

Das Verhalten der Okklusionsebene bei kieferorthopädischer Therapie mittels Aktivator, Tip-Edge- oder Herbst-Apparatur

Eine röntgenkephalometrische Langzeituntersuchung

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnheilkunde
des Fachbereichs Humanmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von Andrea Müller
aus Wuppertal

Gießen 2000

Aus dem Medizinischen Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde

Abteilung Kieferorthopädie

Leiter: Prof. Dr. Pancherz

des Klinikums der Justus-Liebig-Universität Gießen

Gutachter: Prof. Dr. Pancherz

Gutachter: Prof. Dr. Dr. Herget

Tag der Disputation: 06. August 2001

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Einleitung	1
1.1 Die Okklusionsebene	1
1.2 Entwicklungs- und wachstumsbedingte Veränderungen der Okklusionsebene ...	2
1.3 Differenzierungen von Okklusionsebenen in der Literatur	3
1.4 Veränderungen der Okklusionsebene durch kieferorthopädische Behandlung	5
 2 Ziel der Untersuchung	8
 3 Behandlungsapparaturen	9
3.1 Aktivator	9
3.2 Tip-Edge-Apparatur	10
3.3 Herbst-Apparatur	11
 4 Probandengut und Material	14
4.1 Aktivator-Gruppe	15
4.2 Tip-Edge-Gruppe	16
4.3 Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung	17
4.4 Herbst-Gruppe mittels totaler Verankerung	18
4.5 Bolton-Kontrollgruppe	19
4.6 Untersuchungszeitpunkte und -zeiträume	19
 5 Methode	21
5.1 Röntgenkephalometrie	21
5.1.1 Kephalemtrische Referenzpunkte	22
5.1.2 Kephalemtrische Referenzlinien	25
5.1.3 Untersuchte Okklusionsebenen	26
5.1.4 Meßvariablen	28
5.2 Statistische Auswertung	29
5.3 Bestimmung des Methodenfehlers	30

	Seite
6. Ergebnisse	32
6.1 Aktivator-Gruppe	33
6.2 Tip-Edge-Gruppe	38
6.3 Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung	44
6.4 Herbst-Gruppe mittels totaler Verankerung	51
6.5 Vergleich der Behandlungsgruppen.....	58
6.6 Korrelationsermittlungen	71
7 Diskussion	80
8 Schlußfolgerung	93
9 Zusammenfassung	94
10 Summary (Zusammenfassung in Englisch)	97
11 Literaturverzeichnis	100
12 Anhang	105

1 Einleitung

1.1 Die Okklusionsebene

Die Okklusionsebene beschreibt eine Ebene, in der sich die Kauflächen und Schneidekanten aller Zähne bei vestibulärer Betrachtung treffen. Da sie kurvenförmig verläuft, wird sie auch sagittale Okklusionskurve genannt, die ihren tiefsten Punkt in der Gegend der ersten bleibenden Molaren hat (Lehmann, 1988). Diesen Sachverhalt beschrieb der Kieler Anatom von Spee im Jahr 1890 folgendermaßen: „Die Okklusalfächen der Molaren im Oberkiefer liegen auf einer nach unten konvex gebogenen, im Unterkiefer auf einer nach oben konkav gebogenen Fläche“ (Spee'sche Kurve), deren Verlängerung durch den Vorderrand des Kiefergelenkkopfs und den Hinterrand des Tuberculum articulare führt (in Gühring und Barth, 1992).

Nach heutigen Erkenntnissen verläuft die sagittale Okklusionsebene jedoch flacher (Lehmann, 1988) und wird oft als Linie beschrieben, die im Seitenzahnbereich einen parallelen Verlauf zur Camper'schen Ebene (= Verbindungslinie zwischen dem Subnasalpunkt und den Traguspunkten als Weichteilpunkte) hat und im Frontzahnbereich mit der Lippenschlußlinie übereinstimmt (Lehmann, 1988; Gühring und Barth, 1992).

Wird die Okklusionsebene in bezug zur Frankfurter Horizontalen (= Meßebene vom tiefsten Punkt des knöchernen Randes der Orbita zum oberen Rand des Porus acusticus externus) betrachtet, so wird die Neigung mit $8 - 12^\circ$ angegeben, wobei Variationen von ca. 2° zwischen den Geschlechtern auftreten. Bei Frauen beträgt der Winkel durchschnittlich 9° , bei Männern durchschnittlich 11° (Vaden et al., 1994).

1.2 Entwicklungs- und wachstumsbedingte Veränderungen der Okklusionsebene

Wenn alle Milchzähne im Alter von drei Jahren durchgebrochen sind, entwickelt sich zum ersten Mal eine Okklusionsebene. Im Gegensatz zur Okklusionsebene des bleibenden Gebisses weist sie eine flachere Neigung auf, da sie als Kurve betrachtet weniger gekrümmt ist, sowohl in der lateralen als auch in der sagittalen Ebene (Schudy, 1992).

Bis die Sechs-Jahr-Molaren durchbrechen, beeinflussen Wachstumsprozesse die Stellung der Zähne und somit auch die Okklusionsebene. Beim Durchbruch der ersten bleibenden Molaren wird sie lateral durch Zunge und Wangen beeinflusst. Die sagittale und vertikale Ausrichtung wird durch das Kieferwachstum, die Zahnhöcker und –abhänge sowie durch die Zahnbewegungen innerhalb des Alveolarfortsatzes bestimmt (Schudy, 1992).

In der ersten Wechselgebissperiode entsteht eine stärkere Krümmung der Okklusionsebene, weil die unteren bleibenden Molaren und die bleibenden Inzisivi im Ober- und Unterkiefer mehr durchbrechen als die Milchmolaren bzw. Milchinzisivi (Schudy, 1992).

Weiterhin wird durch das normale craniofaziale Wachstum während der präpubertären Periode die Neigung der Okklusionsebene bei Kindern zwischen acht und zehn Jahren etwas steiler (die Okklusionsebene kippt nach unten und vergrößert sich) (Riolo et al., 1974; Sherman et al., 1988; Bhatia und Leighton, 1993; Braun und Legan, 1997), bevor sie bis zum Ende des pubertären Wachstumsschubs wieder flacher wird (die Ebene kippt zurück und verkleinert sich wieder) (Williams, 1970; Riolo et al., 1974; Sherman et al., 1988).

1.3 Differenzierungen von Okklusionsebenen in der Literatur

In der zahnmedizinischen Literatur wird von verschiedenen Okklusionsebenen (Okklusionslinien) gesprochen:

- Ebene, in der sich beim bezahnten Kiefer die Kauflächen und Schneidekanten alle Zähne treffen. Sie wird im Unterkiefer durch folgende Punkte bestimmt: gemittelte Schneidekante der mittleren Inzisivi und distobukkale Höckerspitzen der linken und rechten unteren zweiten Molaren (Lehmann, 1988; Gühring und Barth, 1992).
- Ebene, die beim normalen Überbiß (Overbite) durch die Höckerspitzen der ersten und zweiten unteren Prämolaren und der ersten unteren bleibenden Molaren in beiden Quadranten verläuft. Bei einem großen Überbiß wird die Kauebene im vorderen Bereich durch die Hälfte des Schneidezahnüberbisses und im hinteren Bereich durch die Höckerspitzen der ersten unteren bleibenden Molaren in beiden Quadranten bestimmt (Hotz, 1980).
- Tangente an den tiefsten Punkten der Spee'schen Kurve, die sich zumeist bei dem zweiten unteren Prämolaren und dem ersten unteren bleibenden Molaren befinden, unter Mißachtung der transversalen Biegung (Schulze, 1975)
- Linie, die den vertikalen Überbiß der ersten Molaren und der mittleren Schneidezähne halbiert (Thurow, 1970).
- Linie, die durch einen konstruierten Mittelpunkt des Overbites der Incisivi und den am meisten distal gelegenen Kontaktpunkt zwischen den hintersten Molaren des Ober- und Unterkiefers in Okklusion geht (Rakosi, 1982).

In der Kieferorthopädie wird zur präziseren Aufschlüsselung zwischen der Oberkiefer-Okklusionsebene, der Unterkiefer-Okklusionsebene, der funktionellen Okklusionsebene, der halbierenden Okklusionsebene und der „Downs“-Okklusionsebene (Downs, 1948) unterschieden:

- Die Oberkiefer-Okklusionsebene verläuft durch die distale Höckerspitze des oberen ersten bleibenden Molaren und der Schneidekante des am weitesten vorstehenden oberen mittleren Schneidezahns (wird in dieser Arbeit untersucht).
- Die Unterkiefer-Okklusionsebene wird durch die Linie, die durch den Punkt der disto-bukkalen Höckerspitze des unteren ersten bleibenden Molaren und den Punkt der Schneidekante des am weitesten vorstehenden unteren mittleren Schneidezahns geht, definiert (wird in dieser Arbeit untersucht).
- Die funktionelle Okklusionsebene ist die Linie, die den Mittelpunkt im Okklusalraum zwischen den mesialen Kontaktpunkten von den oberen und unteren ersten Prämolaren und den Mittelpunkt im Okklusalraum zwischen den distalen Kontaktpunkten von den oberen und unteren ersten bleibenden Molaren verbindet (wird in dieser Arbeit untersucht).
- Die halbierende Okklusionsebene wird durch den Überbiß der distobukkalen Höckerspitze der ersten bleibenden Molaren im Ober- und Unterkiefer und den Überbiß der Incisivi definiert.
- Als „Downs“-Okklusionsebene wird die Linie beschrieben, die durch den „vorderen Downs Punkt“ (ADP= Mittelpunkt zwischen den Schneidekanten der oberen und unteren mittleren Incisivi) und den „hinteren Downs Punkt“ (PDP= Mittelpunkt

zwischen den mesialen Höckern der oberen und unteren ersten bleibenden Molaren) verläuft.

1.4 Veränderungen der Okklusionsebene durch kieferorthopädische Behandlung

Die Okklusionsebene ist in der kieferorthopädischen Behandlung die sogenannte Werkbank, „workbench of orthodontics“ (nach Dale in Lamarque, 1995). Die Neigung der Okklusionsebene hat einen profunden Effekt auf die Okklusion, da die Funktion, die Kiefergelenksbeziehung, die dentale Okklusion und die Gesichtsästhetik durch sie beeinflusst werden (Braun und Legan, 1997).

Die Veränderung der Neigung der Okklusionsebene durch eine kieferorthopädische Behandlung kann sowohl ein Ziel als auch ein unerwünschter Nebeneffekt der Behandlung sein (Braun und Legan, 1997):

- Nach Dyer et al. (1991) werden bei Jugendlichen die Korrektur einer Dysgnathie und die Veränderung der Okklusionsebene wesentlich durch das physiologische Wachstum mitbestimmt, während bei Erwachsenen die Korrektur einer Dysgnathie oft nur über eine Vergrößerung der Neigung der Okklusionsebene bewirkt werden kann.
- Während einer kieferorthopädischen Behandlung bei Jugendlichen bleibt die Neigung der Okklusionsebene in der Regel stabil, während sie bei Erwachsenen beträchtlich steiler wird (Harris et al., 1991).
- Auch Lamarque (1995) stellte fest, daß eine Kontrolle der Neigung der Okklusionsebene während einer kieferorthopädischen Behandlung bei Jugendlichen für eine günstige Wachstumsentwicklung wichtig ist.

- Nach Williams (1970, 1977), Simons und Joondeph (1973), Andersson und Ahlgren (1977), Demisch (1978), Suzumura et al. (1989), Vaden et al. (1994) und Lamarque (1995) ist eine veränderte Neigung der Okklusionsebene (Vergrößerung) instabil und geht nach der Behandlung wieder zurück. Nach Vaden et al. (1994) wird durch diese Vergrößerung der Neigung der Okklusionsebene die Muskelbalance gestört, welches einen Verlust der Kontrolle bedeutet. Somit soll die ursprüngliche Neigung der Okklusionsebene bei einer kieferorthopädischen Behandlung erhalten bleiben. Eventuell darf sie verkleinert, aber nicht vergrößert werden.
- Sato et al. (1988) stellten fest, daß die Okklusionsebene dann stabil ist, wenn genügend Platz posterior zu den ersten Molaren besteht. Eine instabile Okklusionsebene kann dagegen einen Faktor zur Entstehung von Malokklusionen darstellen.
- Nach Ward (1994) kann der Erfolg oder das Versagen einer kieferorthopädischen Behandlung anhand der Veränderung der Okklusionsebene gemessen werden.
- Nach Thompson (1979) kann eine durch die kieferorthopädische Behandlung neue Neigung der Okklusionsebene nur dann stabil sein, wenn die Veränderung physiologisch günstig für das die Zähne umgebende Gewebe (Knochen, Bindegewebe, Muskeln) ist.
- Nach Worms et al. (1973) und Teuscher (1986) wird die Okklusionsebene während einer kieferorthopädischen Behandlung durch verschiedene Zahnbewegungen reguliert, die mittels intra- und extraoraler Apparaturen produziert werden. Wenn kieferchirurgisch eingegriffen werden muß, sind neben den Zahnbewegungen auch skelettale Veränderungen der Kiefergelenke für die Festlegung der Okklusionsebene von Bedeutung (Legan, 1992).

Auch wenn viel über die Okklusionsebene geschrieben worden ist, geht bei der Durchsicht der Literatur nicht hervor, wie sich die Ebene bei unterschiedlichen kieferorthopädischen Behandlungsstrategien verhält. Eine weitere nicht geklärte Frage dabei ist, ob ein Zusammenhang zwischen der Veränderung der Neigung der Okklusionsebene und der vertikalen Kieferrelation, dem Overjet und dem Overbite vorliegt.

2 Ziel der Untersuchung

Ziel der vorliegenden Untersuchung war die Ermittlung des Einflusses von drei verschiedenen kieferorthopädischen Behandlungsmethoden (Aktivator, Tip-Edge- und Herbst-Apparatur mittels partieller (HP) oder totaler (HT) Verankerung) auf die Neigung von drei definierten Okklusionsebenen: Oberkiefer- (OE), Unterkiefer- (UE) und funktionelle (FE) Okklusionsebene. Anhand der Auswertungen von Fernröntgenseitenbildern des Kopfes (FRS) sollten zwei Fragen beantwortet werden:

- 1) Wie verändern sich die Okklusionsebenen während und nach der kieferorthopädischen Behandlung?
- 2) Liegt ein Zusammenhang zwischen der Veränderung der Okklusionsebenen und der Veränderung der vertikalen Kieferrelation, des Overjets und des Overbites während und nach der kieferorthopädischen Behandlung vor?

3 Behandlungsapparaturen

3.1 Aktivator

Das älteste und bekannteste funktionskieferorthopädische Gerät (FKO-Gerät) ist der Aktivator. Er wurde 1905 von dem Dänen Viggo Andresen eingeführt, wodurch er auch unter dem Namen „Andresen-Apparatur“ bekannt geworden ist (Abbildung 1).

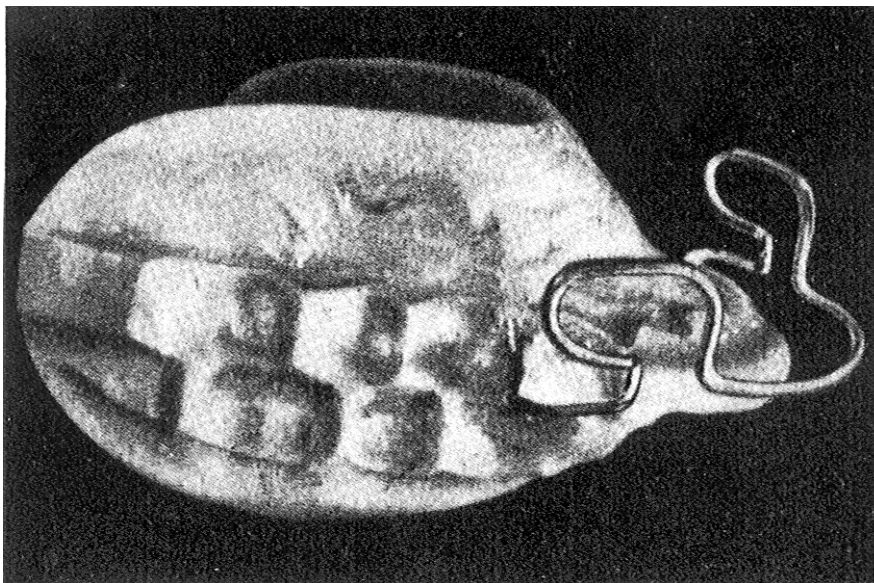


Abb. 1: Der ursprüngliche Aktivator nach Andresen und Häupl (1936)

Mit Hilfe des Aktivators werden hauptsächlich Dysgnathien der Angle-Klasse I mit Tiefbiß und der Angle-Klasse II : 1 behandelt. Eine Aktivator-Behandlung dauert im allgemeinen 2 - 4 Jahre.

Der Aktivator beeinflusst sowohl den Ober- als auch den Unterkiefer. Er liegt den Zähnen spannungsfrei an und stimuliert die Kaumuskelaktivität. Beim Zubeißen werden die Muskelimpulse über das Gerät auf die Zähne und Kieferbasen übertragen. Die Funk-

tion des Aktivators ist vom sogenannten Konstruktionsbiß abhängig. Der Konstruktionsbiß bestimmt die vertikale und sagittale Position des Unterkiefers, wenn der Patient in den Aktivator beißt. Bei einem niedrigen (2 - 4 mm) Konstruktionsbiß innerhalb der Ruheschwebelage des Unterkiefers wird vor allem die myostatische Reflexaktivität genutzt (Andresen und Häupl, 1936). Bei einem hohen (12 - 15 mm) Konstruktionsbiß, weit außerhalb der Ruheschwebelage des Unterkiefers, kommt hauptsächlich die erhöhte tonische Spannung der gedehnten Muskulatur zur Geltung (Harvold und Vargervik, 1971; Woodside, 1973).

Bei den Patienten dieser Untersuchung wurde ein mittelhoher (5 - 7 mm) Konstruktionsbiß mit dem Ziel verwendet, sowohl die myostatische Reflexaktivität (nachts) wie auch die tonische Muskelspannung (tagsüber) zu nutzen.

3.2 Tip-Edge-Apparatur

Die Tip-Edge-Apparatur (Abbildung 2) ist eine Multibracket-Apparatur mit einem speziellen Bracketsystem (Kesling, 1988).

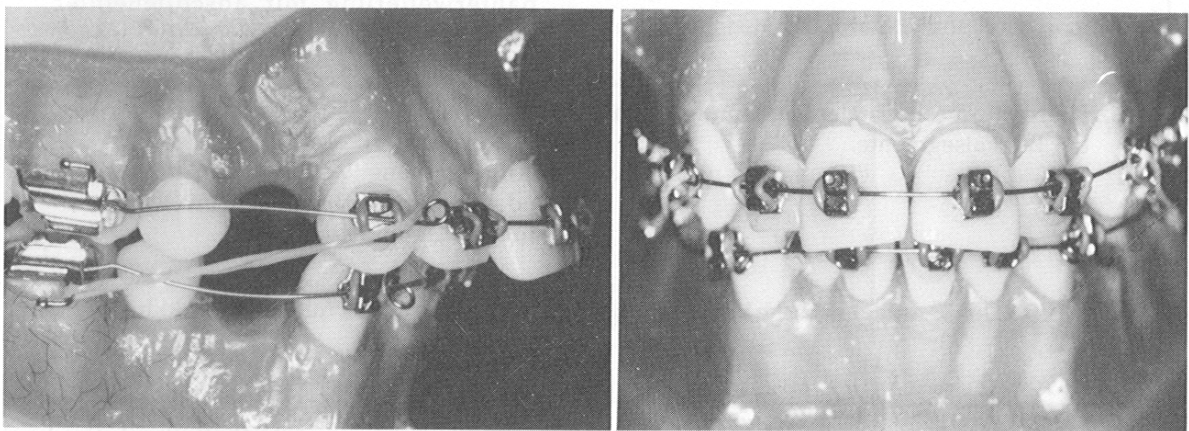


Abb. 2: Tip-Edge-Apparatur (Stadium I) bei der Behandlung eines Distalbisses (Angle Klasse II : 1) (Kesling, 1988)

Das Bracket erlaubt in mesiodistaler Richtung sowohl kippende als auch körperliche Bewegungen. Das Tip-Edge-Bracket (Abbildung 3) stellt somit eine Kombination von einem Edgewise-Bracket (Angle, 1929) und einem Begg-Bracket (Begg, 1961) dar und ermöglicht differenzierte Zahnbewegungen.

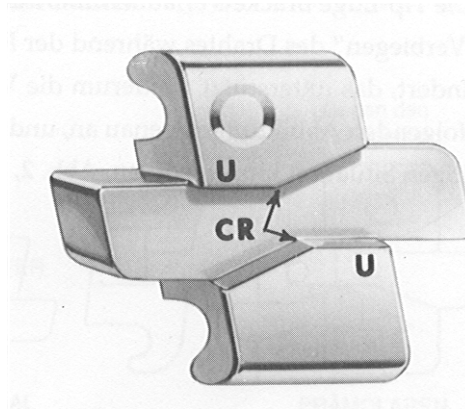


Abb. 3: Das Tip-Edge-Bracket. Die Aufrichteflächen (U= uprighting surfaces) bestimmen die endgültigen Tip- und Torque-Winkel eines jeden Zahns. Die zentralen Grate (CR= central ridges) bestimmen die vertikale Kontrolle des Zahns. (Kesling, 1988)

Die Behandlung erfolgt in drei Stadien. Im Stadium I wird die sagittale Seitenzahnokklusion sowie der Overjet und der Overbite normalisiert. Im Stadium II werden eventuelle Extraktionslücken durch Zahnkippen geschlossen, und im Stadium III werden die Wurzeln gekippter Zähne aufgerichtet. Die gesamte Behandlungszeit liegt bei 1,5 - 2 Jahren.

3.3 Herbst-Apparatur

Die Herbst-Apparatur ist ein festsitzendes funktionskieferorthopädisches Gerät, das von dem deutschen Professor Emil Herbst im Jahr 1909 entwickelt wurde, dann in Vergessenheit geriet und von Pancherz 1979 erneut in die Kieferorthopädie eingeführt wurde.

Die Herbst-Apparatur wird ausschließlich zur Distalbehandlung eingesetzt. Die Apparatur hat orthopädische Wirkung auf den Unterkiefer im Sinne einer Wachstumsstimulierung (Pancherz, 1979 und 1982a; Wieslander, 1984). Umbauvorgänge an der Fossa glenoidalis und am Kondylus sind nachgewiesen worden (Ruf und Pancherz, 1998). Weiterhin hat die Herbst-Apparatur ausgeprägte dentale Effekte: Mesialisierung der Unterkieferzähne und Distalisierung der Oberkieferzähne (Pancherz, 1979 und 1982a). Die Herbst-Behandlung dauert normalerweise 6 - 8 Monate.

Ein bilateraler Teleskopmechanismus aus Führungsrohr und Gleitstange hält den Unterkiefer während der Behandlung in eine dauerhafte ventrale Lage. Die Einstellung des Unterkiefers erfolgt normalerweise bei Behandlungsbeginn in incisaler Kopfbissstellung. Das Führungsrohr ist gelenkig am ersten oberen bleibenden Molaren und die Gleitstange gelenkig am ersten unteren Prämolaren befestigt.

Die Herbst-Apparatur wird mit Hilfe von orthodontischen Bändern oder mit gegossenen Schienen aus Kobalt-Chrom an den Zähnen mit Glasionomer-Zement befestigt.

Bei der Herbst-Apparatur mittels partieller Verankerung (Bänder-Herbst-Apparatur) sind im Oberkiefer die ersten Prämolaren und die ersten Molaren auf jeder Seite sowie im Unterkiefer die ersten Prämolaren miteinander durch einen Lingualbogen verbunden. Die oberen Frontzähne und die unteren Molaren sind nicht in die Verankerung einbezogen (Abbildung 4).

Bei der Herbst-Apparatur mittels totaler Verankerung (Bänder- oder Schienen-Herbst-Apparatur) sind im Oberkiefer die Frontzähne mittels eines Labialbogens und im Unterkiefer alle Seitenzähne bis zu den ersten (manchmal auch bis zu den zweiten) Molaren

in die Verankerung mit einbezogen. In Einzelfällen werden die Unterkiefer-Frontzähne auch mit einem Labialbogen stabilisiert (Abbildung 5).



Abb. 4: Bänder-Herbst-Apparatur mittels partieller Verankerung (Pancherz, 1996)

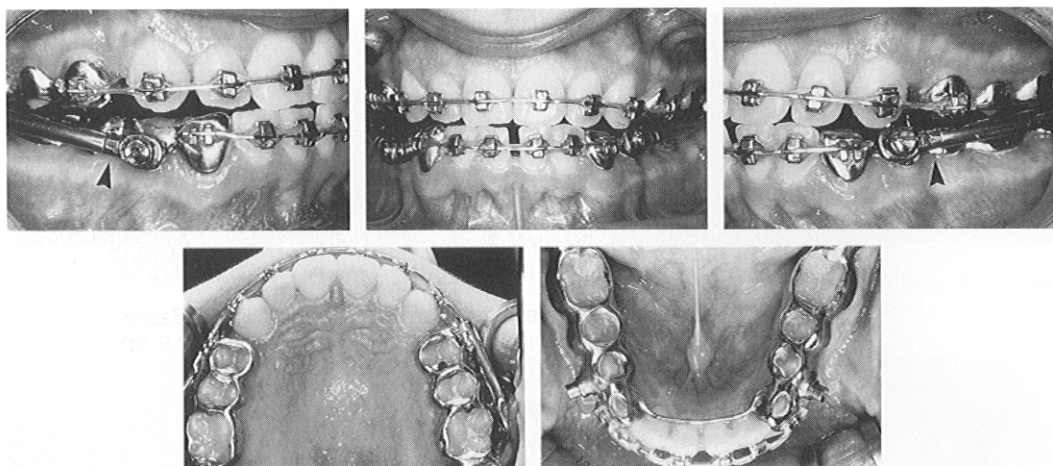


Abb. 5: Schienen-Herbst-Apparatur mittels totaler Verankerung (Pancherz, 1996)

4 Probandengut und Material

Es wurden insgesamt 82 Probanden (davon 42 Jungen und 40 Mädchen) mit Distal- oder Neutralbiß mit großem Overjet und/ oder Overbite vor und nach kieferorthopädischer Behandlung mit Hilfe von Fernröntgenseitenbildern des Kopfes (FRS) untersucht. Nach der Behandlung wurde bei allen Patienten eine Normalisierung des Overjets und/ oder Overbites durch die jeweilige Behandlungsform (Aktivator, Tip-Edge- oder Herbst-Apparatur mittels partieller oder totaler Verankerung) erreicht.

4.1 Aktivator-Gruppe

Das Probandengut bestand aus 31 Patienten, von denen 13 männlichen und 18 weiblichen Geschlechts waren. Ihr durchschnittliches Alter zu Beginn der Behandlung betrug 10,7 Jahre (8,1 - 13,6 Jahre). Aus dieser Gruppe wurden 15 Patienten (8 Jungen und 7 Mädchen) in der kieferorthopädischen Abteilung der Odontologischen Fakultät Malmö in Schweden behandelt. Die Behandlung der übrigen 16 Patienten (5 Jungen und 11 Mädchen) erfolgte in der kieferorthopädischen Abteilung des Medizinischen Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Justus-Liebig-Universität Gießen. Der aktive Behandlungszeitraum betrug durchschnittlich 2,6 Jahre (2,0 - 3,2 Jahre). Die Altersverteilung der untersuchten 31 Patienten zu Beginn der Behandlung geht aus Abbildung 6 hervor.

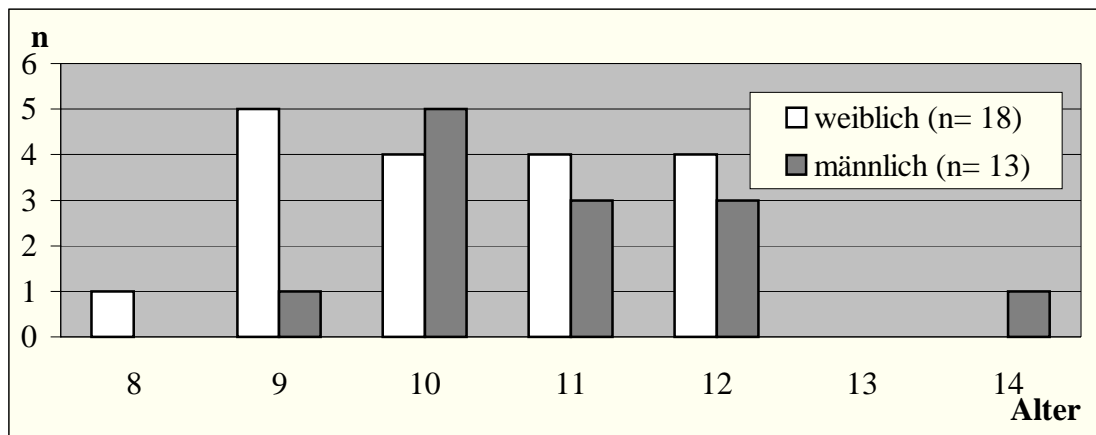


Abb. 6: Altersverteilung der 31 Patienten der Aktivator-Gruppe zu Beginn der Behandlung.

4.2 Tip-Edge-Gruppe

Das Probandengut bestand aus 23 Patienten, von denen 7 männlichen und 16 weiblichen Geschlechts waren. Ihr durchschnittliches Alter zu Beginn der Behandlung betrug 11,8 Jahre (8,8 - 16,4 Jahre). Die Behandlung aller Patienten erfolgte in der kieferorthopädischen Abteilung des Medizinischen Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Justus-Liebig-Universität Gießen. Der aktive Behandlungszeitraum betrug durchschnittlich 2,3 Jahre (0,9 - 6,2 Jahre). Es folgte ein durchschnittlicher Nachuntersuchungszeitraum von 1,7 Jahre (0,2 - 3,1 Jahre), in dem bei allen Patienten Retentionsgeräte (Oberkiefer-Platte und Cuspid-Retainer) vorhanden waren. Die Altersverteilung der untersuchten 23 Patienten zu Beginn der Behandlung geht aus Abbildung 7 hervor.

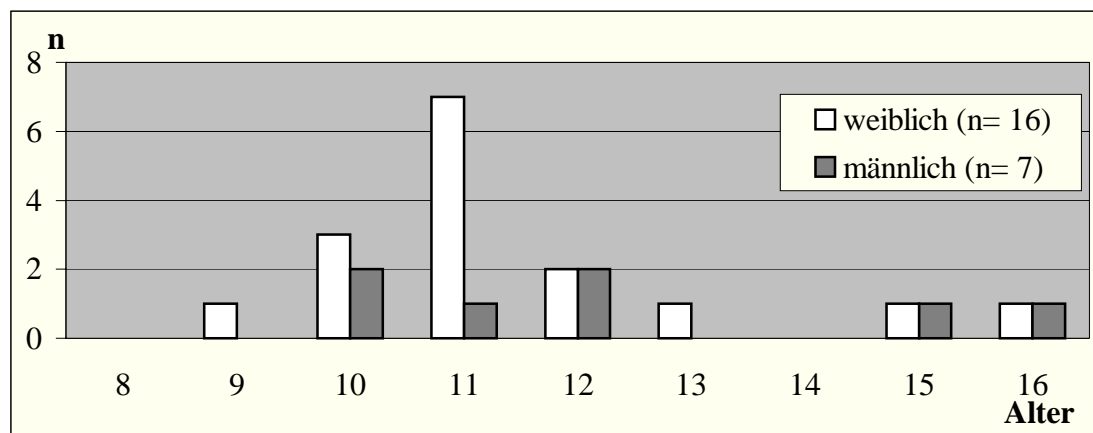


Abb. 7: Altersverteilung der 23 Patienten der Tip-Edge-Gruppe zu Beginn der Behandlung.

4.3 Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung

Das Probandengut bestand aus 14 Patienten, von denen 12 männlichen und 2 weiblichen Geschlechts waren. Ihr durchschnittliches Alter zu Beginn der Behandlung betrug 11,5 Jahre (8,1 - 13,3 Jahre). Alle Patienten wurden in der kieferorthopädischen Abteilung der Odontologischen Fakultät Malmö in Schweden behandelt. Die aktive Behandlungsdauer betrug 0,6 Jahre (0,5 - 0,7 Jahre). Die Patienten wurden zu drei Zeitpunkten nachuntersucht: durchschnittlich 0,5 Jahre (0,4 - 0,5 Jahre), 2 Jahre (1,8 - 2,5 Jahre) und 4,1 Jahre (3,8 - 4,8 Jahre) nach der Behandlung. Bis zum zweiten Nachuntersuchungszeitraum wurden bei allen Patienten Retentionsgeräte (entweder Oberkiefer-Platte und Cuspidretainer oder Aktivator und Cuspid-Retainer) verwendet. Die Altersverteilung der untersuchten 14 Patienten zu Beginn der Behandlung geht aus Abbildung 8 hervor.

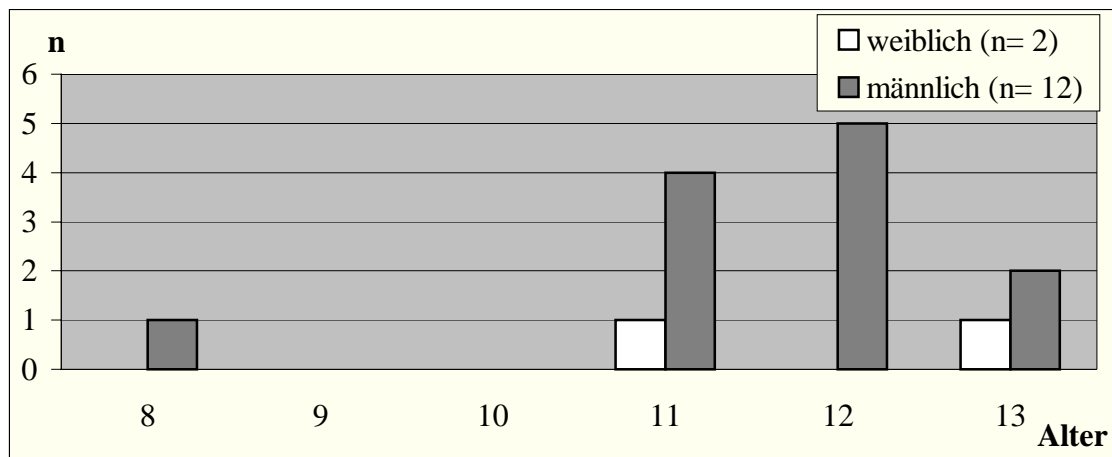


Abb. 8: Altersverteilung der 14 Patienten der Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung zu Beginn der Behandlung

4.4 Herbst-Gruppe mittels totaler Verankerung

Das Probandengut bestand aus 14 Patienten, von denen 10 männlichen und 4 weiblichen Geschlechts waren. Ihr durchschnittliches Alter zu Beginn der Behandlung betrug 12,9 Jahre (9,9 - 16,1 Jahre). Alle Patienten wurden in der kieferorthopädischen Abteilung der Odontologischen Fakultät Malmö in Schweden behandelt. Die aktive Behandlungsdauer betrug 0,6 Jahre (0,5 - 0,7 Jahre). Die Patienten wurden zu drei Zeitpunkten nachuntersucht: durchschnittlich 0,5 Jahre (0,3 - 0,6 Jahre), 2 Jahre (1,8 - 2,1 Jahre) und 4,3 Jahre (3,9 - 5,2 Jahre) nach der Behandlung. Bis zum zweiten Nachuntersuchungszeitraum wurden bei allen Patienten Retentionsgeräte (entweder Oberkiefer-Platte und Cuspid-Retainer oder Aktivator und Cuspid-Retainer) verwendet. Die Altersverteilung der untersuchten 14 Patienten zu Beginn der Behandlung geht aus Abbildung 9 hervor.

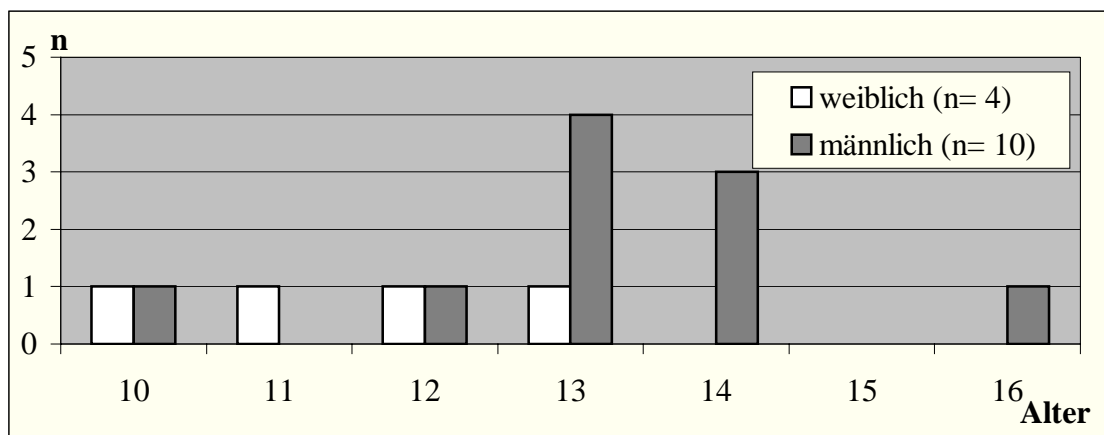


Abb. 9: Altersverteilung der 14 Patienten der Herbst-Gruppe mittels totaler Verankerung zu Beginn der Behandlung

4.5 Bolton-Kontrollgruppe

Die sogenannten Bolton-Standards (Broadbent et al., 1975) dienten als Kontrollgruppe. Sie bestanden aus 32 Probanden (16 Jungen und 16 Mädchen), die aus 5000 Probanden nach folgenden Gesichtspunkten ausgewählt wurden: sie mußten unbehandelt, eugnath (ideale Verzahnung) und in guter körperlicher Verfassung sein sowie eine ansprechende Ästhetik und gute Gesichtsproportionen haben.

Die Probanden der Bolton-Kontrollgruppe wurden von Geburt an zuerst alle drei Monate, dann jedes halbe Jahr und schließlich im frühen Erwachsenenalter jedes Jahr kontinuierlich bis zum 18. Lebensjahr mit Hilfe von Fernröntgenseitenbildern des Kopfes (FRS) dokumentiert. Aus diesen FRS der 32 Probanden wurde für jedes Lebensjahr eine durchschnittliche gemeinsame Seitenbilddurchzeichnung (Tracing) erstellt. Die dem Alter der vier Behandlungsgruppen entsprechenden Durchzeichnungen der Bolton-Kontrollgruppe wurden zum Vergleich herangezogen.

4.6 Untersuchungszeitpunkte und –zeiträume

Die Probanden der verschiedenen Behandlungsgruppen wurden zu folgenden Zeitpunkten untersucht (Tabelle 1):

- T1:** vor der Behandlung (alle Gruppen)
- T2:** nach der Behandlung (alle Gruppen)
- T3:** ca. 0,5 Jahre nach der Behandlung (nur Herbst-Gruppen)
- T4:** ca. 2 Jahre nach der Behandlung (nur Tip-Edge- und Herbst-Gruppen)
- T5:** ca. 4 Jahre nach der Behandlung (nur Herbst-Gruppen)

Tab. 1: Alter (in Jahren) der Probanden der vier Behandlungsgruppen zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten.

Unter- suchungs- zeitpunkte	Aktivator		Tip-Edge		Herbst (partielle Verankerung)		Herbst (totale Verankerung)	
	(n = 31)		(n = 23)		(n = 14)		(n = 14)	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
T1	10,7	1,2	11,8	1,9	11,5	1,2	12,9	1,6
T2	13,3	1,2	14,1	2,0	12,1	1,2	13,4	1,6
T3	/	/	/	/	12,6	1,2	13,9	1,6
T4	/	/	15,8	2,3	14,1	1,3	15,4	1,6
T5	/	/	/	/	16,1	1,2	17,7	1,7

Folgende Untersuchungszeiträume kamen zur Anwendung (Tabelle 2):

T1 - T2: aktive Behandlung (alle Gruppen)

T2 - T3: Nachuntersuchung nach ca. 0,5 Jahren (nur Herbst-Gruppen)

T2 - T4: Nachuntersuchung nach ca. 2 Jahren (nur Tip-Edge- und Herbst-Gruppen)

T2 - T5: Nachuntersuchung nach ca. 4 Jahren (nur Herbst-Gruppen)

T1 - T4: gesamte Untersuchung von ca. 4 Jahren (nur Tip-Edge-Gruppe)

T1 - T5: gesamte Untersuchung von ca. 4,5 Jahren (nur Herbst-Gruppen)

Tab. 2: Länge (in Jahren) der verschiedenen Untersuchungszeiträume der vier Behandlungsgruppen

Unter- suchungs- zeiträume	Aktivator		Tip-Edge		Herbst (partielle Verankerung)		Herbst (totale Verankerung)	
	(n = 31)		(n = 23)		(n = 14)		(n = 14)	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
T1 - T2	2,6	0,4	2,3	1,1	0,6	0,1	0,6	0,1
T2 - T3	/	/	/	/	0,5	0,0	0,5	0,1
T2 - T4	/	/	1,7	0,7	2,0	0,2	2,0	0,1
T2 - T5	/	/	/	/	4,1	0,2	4,3	0,6
T1 - T4	/	/	4,0	1,3	/	/	/	/
T1 - T5	/	/	/	/	4,6	0,2	4,8	0,6

5 Methode

5.1 Röntgenkephalometrie

Alle Fernröntgenseitenbilder des Kopfes (FRS) wurden nach standardisierten Aufnahmetechniken in habitueller Schlußbißlage angefertigt. Dabei verlief der Zentralstrahl rechtwinklig zur Filmebene durch den Porus acusticus externus. Es konnten aufgrund der unterschiedlichen Röntgenverfahren der Universitäten in Malmö und Gießen folgende Vergrößerungsfaktoren der FRS in der Mediansagittalebene ermittelt werden: 7% bei einem Teil der Aktivator-Gruppe und den Herbst-Gruppen (Malmö) sowie 10,7% bei dem restlichen Teil der Aktivator-Gruppe und der Tip-Edge-Gruppe (Gießen). Der Vergrößerungsgrad der Tracings in der Bolton-Kontrollgruppe belief sich zwischen 5,5 und 5,8%. Bei der Auswertung der Röntgenbilder wurde der Vergrößerungsgrad nicht berücksichtigt.

Die Durchzeichnungen (Tracings) aller FRS wurden auf Acetat-Tracing-Folie mittels einem 0,3 Millimeter Druckbleistift der Härte 2H durchgeführt, wobei ein Lichtkasten verwendet und die Umgebung abgedunkelt wurde. Es wurden dabei alle zur Auswertung relevanten Strukturen erfaßt. Röntgenologisch bedingte Doppelkonturen wurden gemittelt. Die Winkel wurden mittels Geodreieck mit Gradskalierung (Meßgenauigkeit: 0,5 Grad) und die Strecken mittels Lineal mit Millimeterskalierung (Meßgenauigkeit: 0,5 Millimeter) gemessen. Alle Auswertungen der FRS wurden zweimalig durchgeführt und der Mittelwert als endgültiger Meßwert verwertet.

5.1.1 Kephalometrische Referenzpunkte (Abbildung 10, Seite 24)

S: Sella-Punkt

Mittelpunkt der knöchernen Krypte der Sella turcica

N: Nasion

am weitesten anterior gelegener Punkt der Sutura nasofrontalis

Sp: Spina nasalis anterior

Spitze der Spina nasalis anterior

Pm: Pterygomaxillare

Schnittpunkt der hinteren Kontur des Corpus maxillae bzw. des Fossapterygo-palatina Schattens mit der Kontur des harten und weichen Gaumens

Gn: Gnathion

am weitesten kaudal gelegener Punkt der Unterkiefersymphyse

Tan: Tangens

am weitesten kaudal gelegener Tangentenpunkt des Unterrandes vom Corpus mandibulae im Bereich des Kieferwinkels

Is: Incision superior

Schneidekante des am weitesten vorstehenden oberen mittleren Schneidezahns

Ii: Incision inferior

Schneidekante des am weitesten vorstehenden unteren mittleren Schneidezahns

Mcs: Molar cuspid superior

distaler Höcker des oberen ersten bleibenden Molaren

Mci: Molar cuspid inferior

distaler Höcker des unteren ersten bleibenden Molaren

Mds: Molar distal superior

am weitesten distal gelegener Approximalpunkt des oberen ersten bleibenden Molaren

Mdi: Molar distal inferior

am weitesten distal gelegener Approximalpunkt des unteren ersten bleibenden Molaren

Mdx: Mittelwert der Punkte Mds und Mdi

Pms: Praemolar mesial superior

am weitesten mesial gelegener Approximalpunkt des oberen ersten Prämolaren

Pmi: Praemolar mesial inferior

am weitesten mesial gelegener Approximalpunkt des unteren ersten Prämolaren

Pmx: Mittelwert der Punkte Pms und Pmi

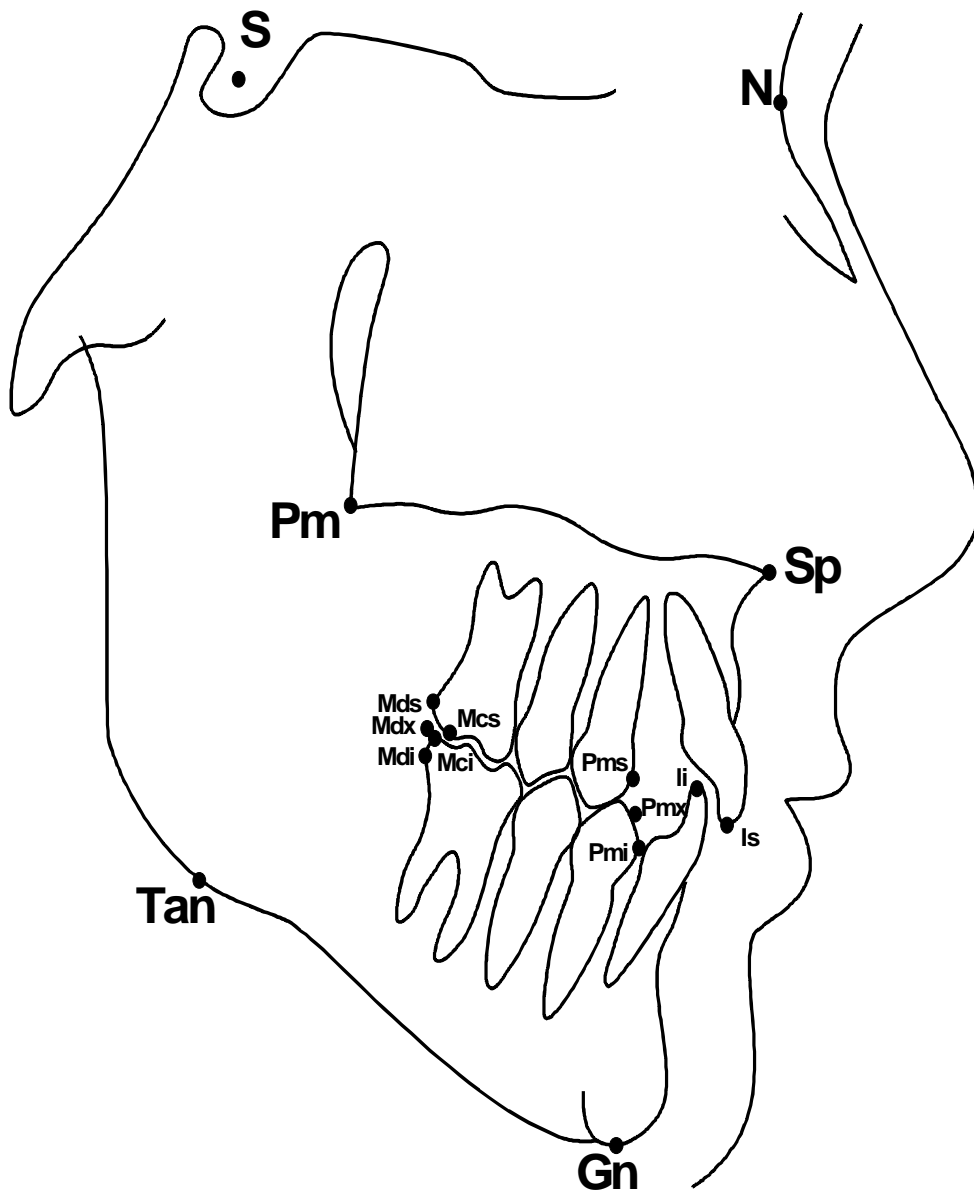


Abb. 10: Referenzpunkte bei der FRS-Analyse

5.1.2 Kephalometrische Referenzlinien (Abbildung 11)

NSL: Nasion-Sella-Linie

Verbindungsline zwischen den Punkten N und S

NL: Nasal-Linie

Verbindungsline zwischen den Punkten Sp und Pm

ML: Mandibular-Linie

Verbindungsline zwischen den Punkten Gn und Tan

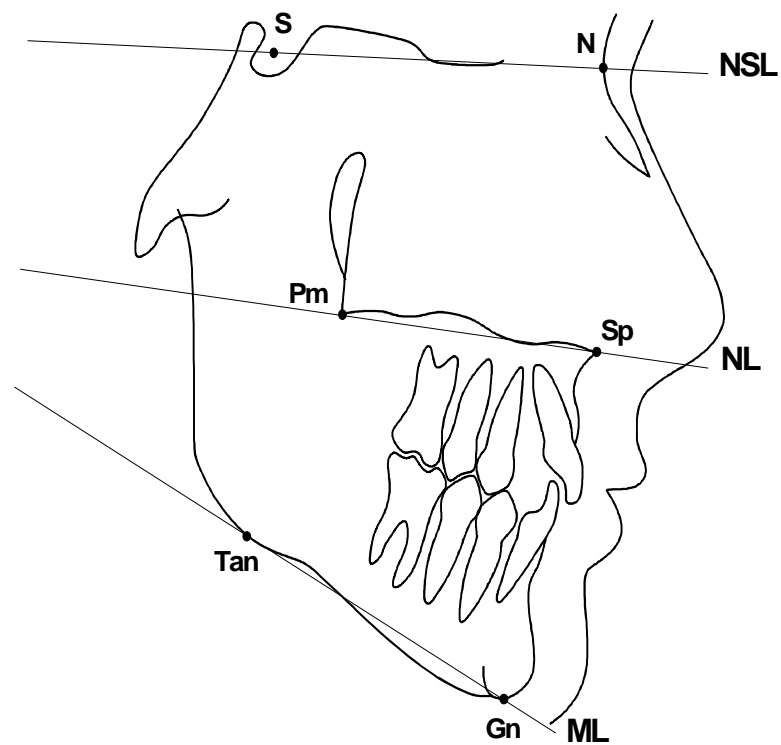


Abb. 11: Referenzlinien bei der FRS-Analyse

5.1.3 Untersuchte Okklusionsebenen

OE: Oberkiefer-Okklusionsebene (Abbildung 12)

Linie durch die Punkte Is und Mcs

UE: Unterkiefer-Okklusionsebene (Abbildung 13)

Linie durch die Punkte Ii und Mci

FE: Funktionelle Okklusionsebene (Abbildung 14)

Linie durch die Punkte Mdx und Pmx

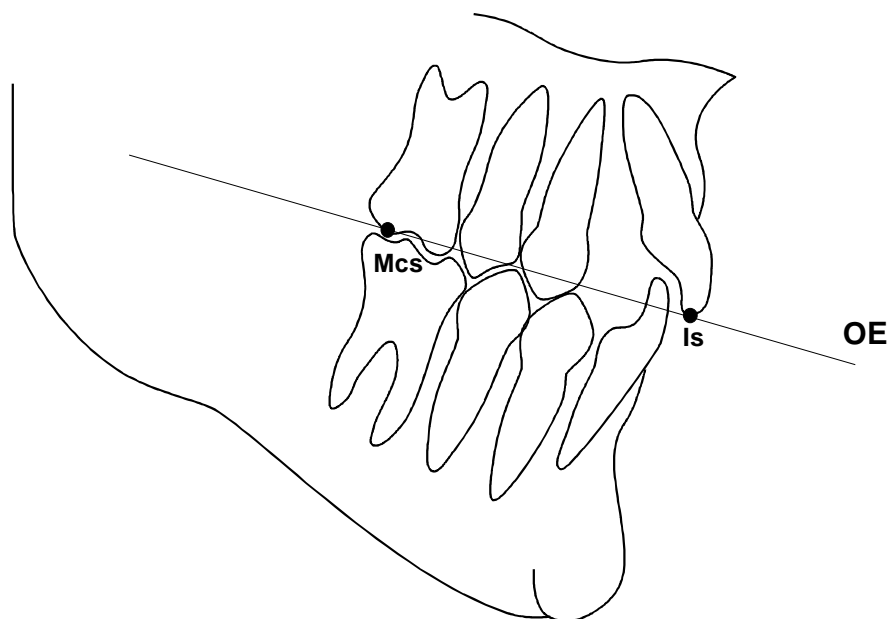


Abb.12: Die Oberkiefer-Okklusionsebene (OE)

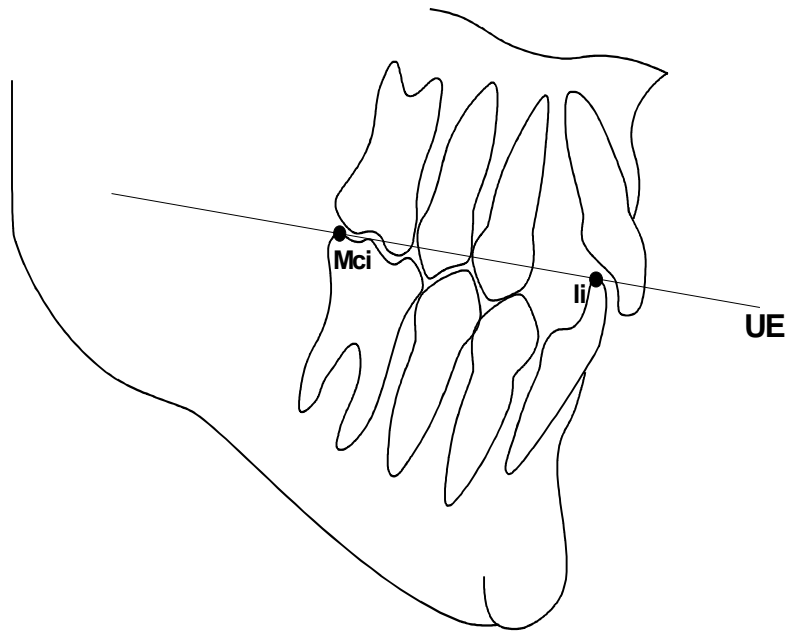


Abb. 13: Die Unterkiefer-Okklusionsebene (UE)

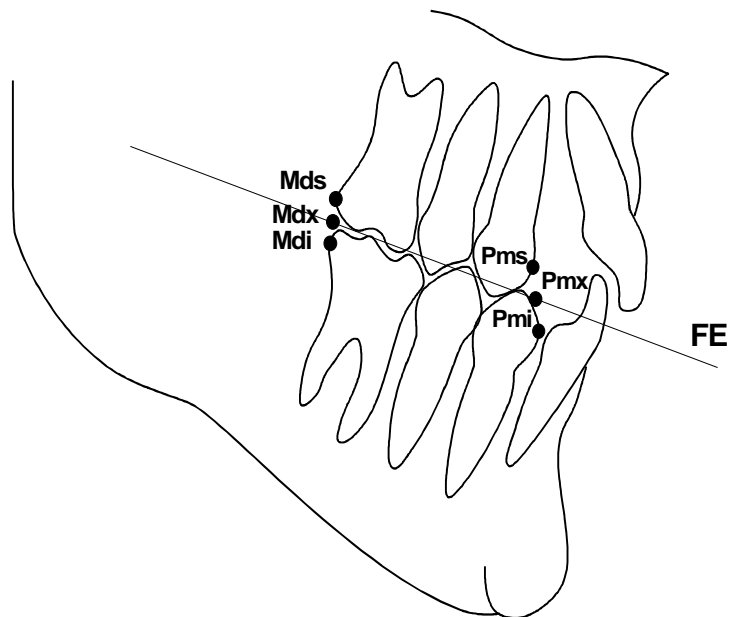


Abb. 14: Definition der funktionellen Okklusionsebene (FE)

5.1.4 Meßvariablen

Neigungen der Okklusionsebenen

OE/NSL: Neigung der Oberkiefer-Okklusionsebene

Winkel zwischen den Linien OE und NSL

UE/NSL: Neigung der Unterkiefer-Okklusionsebene

Winkel zwischen den Linien UE und NSL

FE/NSL: Neigung der funktionellen Okklusionsebene

Winkel zwischen den Linien FE und NSL

Vertikale Kieferrelation

ML/NSL: Neigung der Mandibula zur Schädelbasis

Winkel zwischen den Linien ML und NSL (Mandibularbasiswinkel)

NL/NSL: Neigung der Maxilla zur Schädelbasis

Winkel zwischen den Linien NL und NSL

ML/NL: Neigung der Mandibula zur Maxilla

Winkel zwischen den Linien ML und NL (Kieferbasiswinkel)

Frontzahnrelation (Abbildung 15)

Overjet: horizontaler Überbiß

Overbite: vertikaler Überbiß

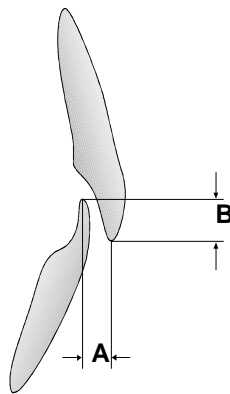


Abb.15: Messung von Overjet (A) und Overbite (B)

5.2 Statistische Auswertung

Für die gemessenen kephalometrischen Variablen wurden der arithmetische Mittelwert (MW) und die Standardabweichung (SD) berechnet. Zur Überprüfung der Veränderungen der Untersuchungsvariablen zu den unterschiedlichen Zeitpunkten innerhalb der einzelnen Behandlungsgruppen wurde der Studenten-t-Test für abhängige Stichproben verwendet. Für die Überprüfung geschlechtsspezifischer Unterschiede sowie für den Vergleich der Behandlungsgruppen wurde der t-Test für unabhängige Stichproben herangezogen. Der Zusammenhang zwischen den Veränderungen der Okklusionsebenen und den Variablen der vertikalen Kieferrelation, des Overjets und des Overbites wurde mit dem Korrelationskoeffizienten (r) nach Pearson ermittelt.

Die Korrelation wurde folgendermaßen beurteilt:

- $|r| < 0,40$ - schwache Korrelation
- $|r| = 0,40 - 0,80$ - mäßige Korrelation
- $|r| > 0,80$ - starke Korrelation.

Folgende Signifikanzschranken kamen zur Anwendung:

$$p < 0,001 \text{ (***)}$$

$$p < 0,01 \text{ (**)}$$

$$p < 0,05 \text{ (*)}$$

$$p \geq 0,05 \text{ (ns= nicht signifikant)}$$

Alle Berechnungen wurden auf einem Personal Computer Pentium 133 mit dem Tabellenkalkulations-Programm Excel 7.0 durchgeführt.

5.3 Bestimmung des Methodenfehlers

Zur Ermittlung des totalen Methodenfehlers, der sich aus der Lokalisation und Einzeichnung der Referenzpunkte, der Referenzlinien sowie der Durchführung der Winkel- bzw. der Streckenmessungen zusammensetzt, wurden sämtliche FRS aller vier Behandlungsgruppen zu den jeweiligen Untersuchungszeitpunkten zweifach ausgewertet.

Folgende Formel (Dahlberg, 1940) wurde zur Berechnung des Methodenfehlers (MF) verwendet:

$$MF = \sqrt{\frac{\sum d^2}{2n}}$$

d: Differenz der 1. und 2. Messung

n: Anzahl der untersuchten Probanden.

Die Ergebnisse des totalen Methodenfehlers für alle Meßvariablen der vier Behandlungsgruppen sind in der Tabelle 3 dargestellt.

Tab. 3: Bestimmung des totalen Methodenfehlers der Untersuchungsvariablen der vier Behandlungsgruppen zu den Untersuchungszeitpunkten T1 (vor der Behandlung) und T2 (nach der Behandlung)

Variablen	Aktivator		Tip-Edge		Herbst-Gruppe (partiell)		Herbst-Gruppe (total)	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
Okklusionsebenen								
OE/NSL (°)	0,55	0,52	0,63	0,40	0,43	0,39	0,59	0,61
UE/NSL (°)	0,45	0,53	0,49	0,56	0,40	0,33	0,45	0,40
FE/NSL (°)	0,88	0,81	0,79	0,75	0,92	0,94	0,56	1,02
Kieferrelation								
ML/NSL (°)	0,50	0,42	0,29	0,39	0,37	0,33	0,40	0,54
NL/NSL (°)	0,70	0,60	0,48	0,47	0,41	0,34	0,41	0,52
ML/NL (°)	0,73	0,59	0,41	0,64	0,42	0,47	0,54	0,47
Frontzahnrelation								
Overjet (mm)	0,35	0,26	0,37	0,20	0,23	0,28	0,13	0,21
Overbite (mm)	0,34	0,25	0,24	0,24	0,21	0,21	0,23	0,34

6 Ergebnisse

Die kephalometrischen Auswertungen der Aktivator-, Tip-Edge- und Herbst-Gruppen wurden in den Tabellen 4 - 11 dargestellt. Der graphische Vergleich der jeweiligen Gruppe mit der Bolton-Kontrollgruppe ist den Abbildungen 16 - 27 zu entnehmen.

Der Vergleich der Gruppen untereinander erfolgte in den Tabellen 12 - 18 (Seite 63 – 67) und in den Abbildungen 28 - 30 (Seite 68 – 70).

Die Korrelationsuntersuchungen zwischen den Veränderungen der Neigungen der drei Okklusionsebenen und den Veränderungen der Inklination der vertikalen Kieferrelation sowie den Veränderungen des Overjets und des Overbites während und nach der kieferorthopädischen Behandlung wurden in den Tabellen 19 - 22 (Seite 77 – 79) dargestellt.

Die individuellen Meßergebnisse, das Alter und der Vergleich männlicher und weiblicher Probanden sind dem Anhang (Tabellen 23 - 30, Seite 106 – 137) zu entnehmen.

Da in der Tip-Edge- und in den beiden Herbst-Gruppen ein Ungleichgewicht in der Anzahl zwischen den männlichen und weiblichen Probanden bestand, wurden die weiblichen und männlichen Probanden aller vier Gruppen zusammen beurteilt.

6.1 Aktivator-Gruppe

Die Meßergebnisse zu den Untersuchungszeitpunkten vor (**T1**) und nach (**T2**) der Behandlung sowie der Vergleich zur Bolton-Kontrollgruppe sind den Tabellen 4 und 5 zu entnehmen. Graphische Darstellungen sind in der Abbildung 16 (Vergleich der Neigungen der Okklusionsebenen), in der Abbildung 17 (Vergleich der Inkliniation der Kieferrelation) und in der Abbildung 18 (Vergleich der Frontzahnrelation) zu sehen.

Während des 2,6-jährigen Behandlungszeitraums (**T1 - T2**) waren keine signifikanten Veränderungen der Neigungen der drei Okklusionsebenen (OE/NSL, UE/NSL, FE/NSL) zu vermerken. Die Inkliniation der Maxilla zur Schädelbasis (NL/NSL) vergrößerte sich signifikant (MW= 0,60°; $p < 0,05$), während sich der Kieferbasiswinkel (ML/NL) signifikant (MW= 0,73°; $p < 0,05$) verkleinerte. Ebenso verkleinerten sich der Overjet (MW= 4,61 mm; $p < 0,001$) und der Overbite (MW= 0,97 mm; $p < 0,01$) signifikant.

Tab. 4: Röntgenkephalometrische Werte (MW, SD) bei 31 **Aktivator-Probanden** vor (T1) und nach (T2) der Behandlung im Vergleich zu den entsprechenden Werten der Bolton-Kontrollgruppe. Das Durchschnittsalter ist in Jahren (J) angegeben.

Variablen	Aktivator				Bolton	
	T1 10,7 J		T2 13 J		T1 11 J	T2 13 J
	MW	SD	MW	SD	MW	MW
Okklusionsebenen						
OE/NSL (°)	19,31	3,45	19,24	4,45	19,0	19,0
UE/NSL (°)	13,57	5,07	14,16	4,91	17,5	15,0
FE/NSL (°)	19,29	4,15	18,94	4,74	12,5	11,0
Kieferrelation						
ML/NSL (°)	31,95	4,65	31,76	5,14	29,5	29,5
NL/NSL (°)	6,25	3,02	6,79	3,21	7,5	8,5
ML/NL (°)	25,70	3,98	24,97	4,30	22,0	21,0
Frontzahnrelation						
Overjet (mm)	7,91	2,08	3,30	1,13	3,5	3,5
Overbite (mm)	4,05	1,68	3,08	1,21	4,5	4,5

Tab. 5: Veränderungen (MW, SD) der röntgenkephalometrischen Werte bei 31 **Aktivator-Probanden** während des Behandlungszeitraums (T1 - T2; T1= vor und T2= nach der Behandlung).

Variablen	T1 - T2			
	MW	SD	t	
Okklusionsebenen				
OE/NSL (°)	0,07	2,80	0,14	ns
UE/NSL (°)	- 0,59	3,04	1,08	ns
FE/NSL (°)	0,35	3,64	0,54	ns
Kieferrelation				
ML/NSL (°)	0,19	1,91	0,55	ns
NL/NSL (°)	- 0,60	1,41	2,37	*
ML/NL (°)	0,73	1,70	2,39	*
Frontzahnrelation				
Overjet (mm)	4,61	2,13	12,05	***
Overbite (mm)	0,97	1,68	3,21	**

ns: nicht signifikant

*: p< 0,05

**.: p< 0,01

***.: p< 0,001

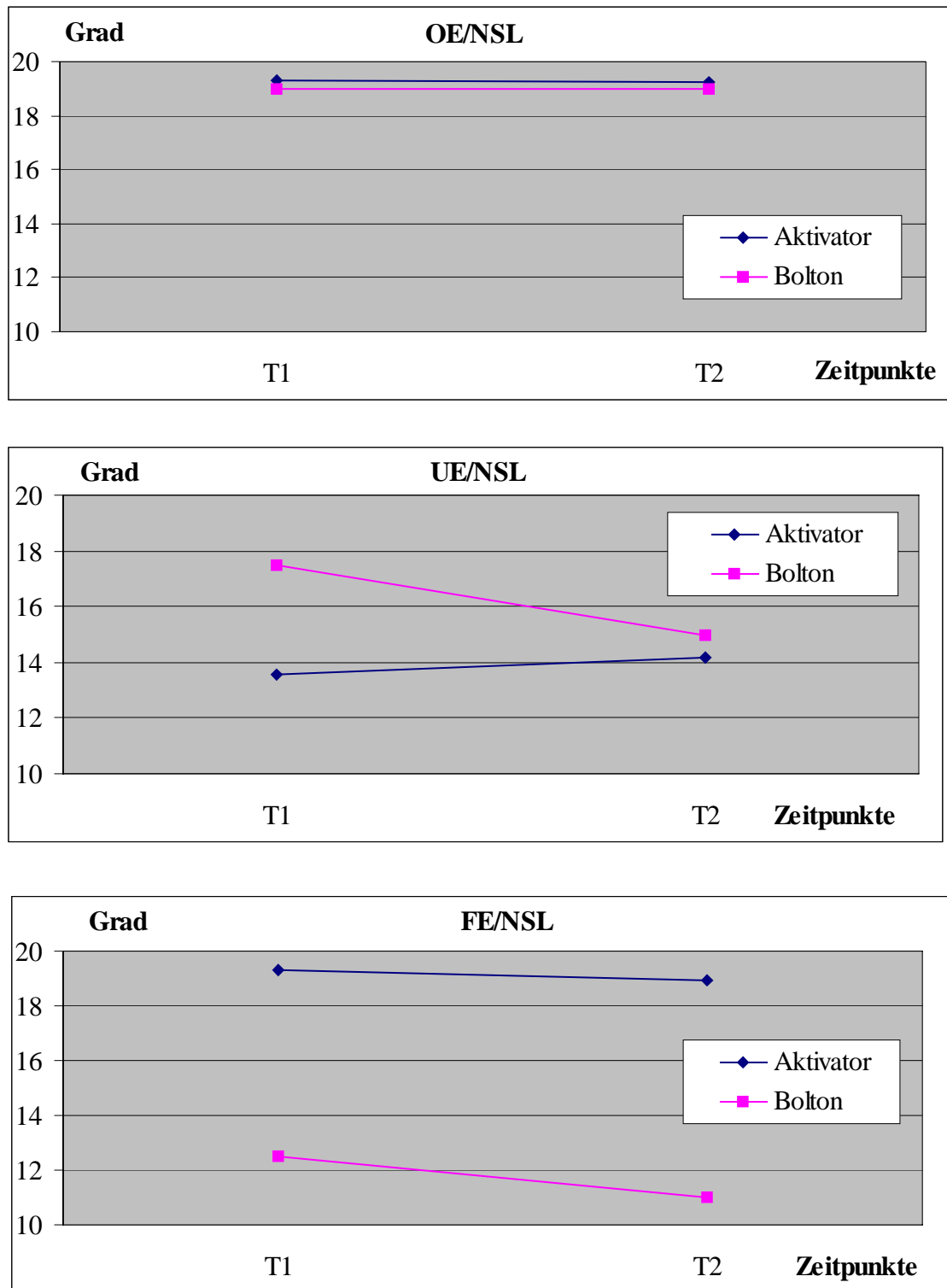


Abb. 16: Graphischer Vergleich (MW) der Neigungen der Okklusionsebenen (OE/NSL, UE/NSL, FE/NSL) zu den Zeitpunkten vor (T1) und nach (T2) der **Aktivator-Behandlung** von 31 Probanden. Die entsprechenden Werte der Bolton-Kontrollgruppe sind gezeigt.

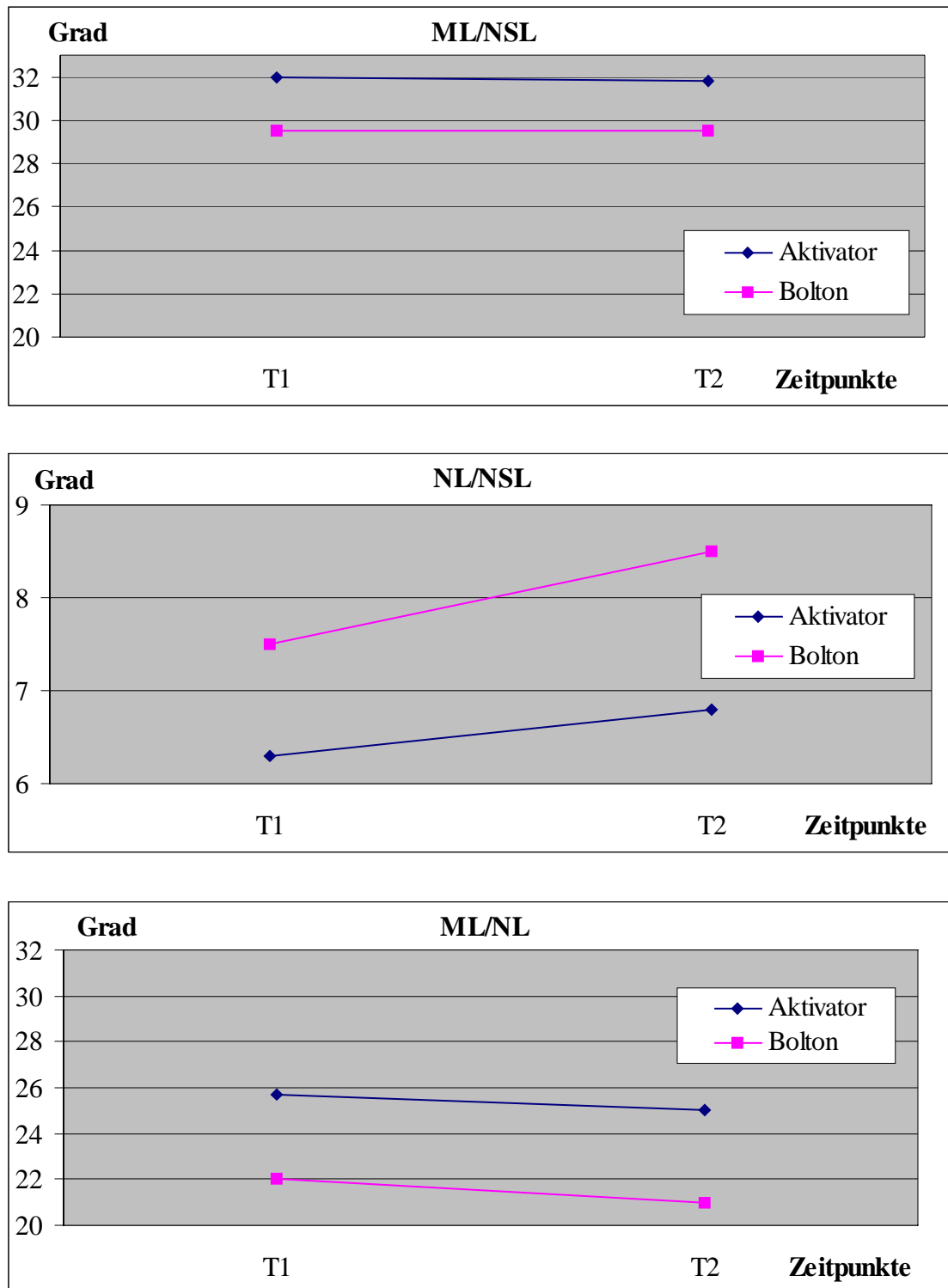


Abb.17: Graphischer Vergleich (MW) der Inklination der Kieferrelation (ML/NSL, NL/NSL, ML/NL) zu den Zeitpunkten vor (T1) und nach (T2) der **Aktivator-Behandlung** von 31 Probanden. Die entsprechenden Werte der Bolton-Kontrollgruppe sind gezeigt.

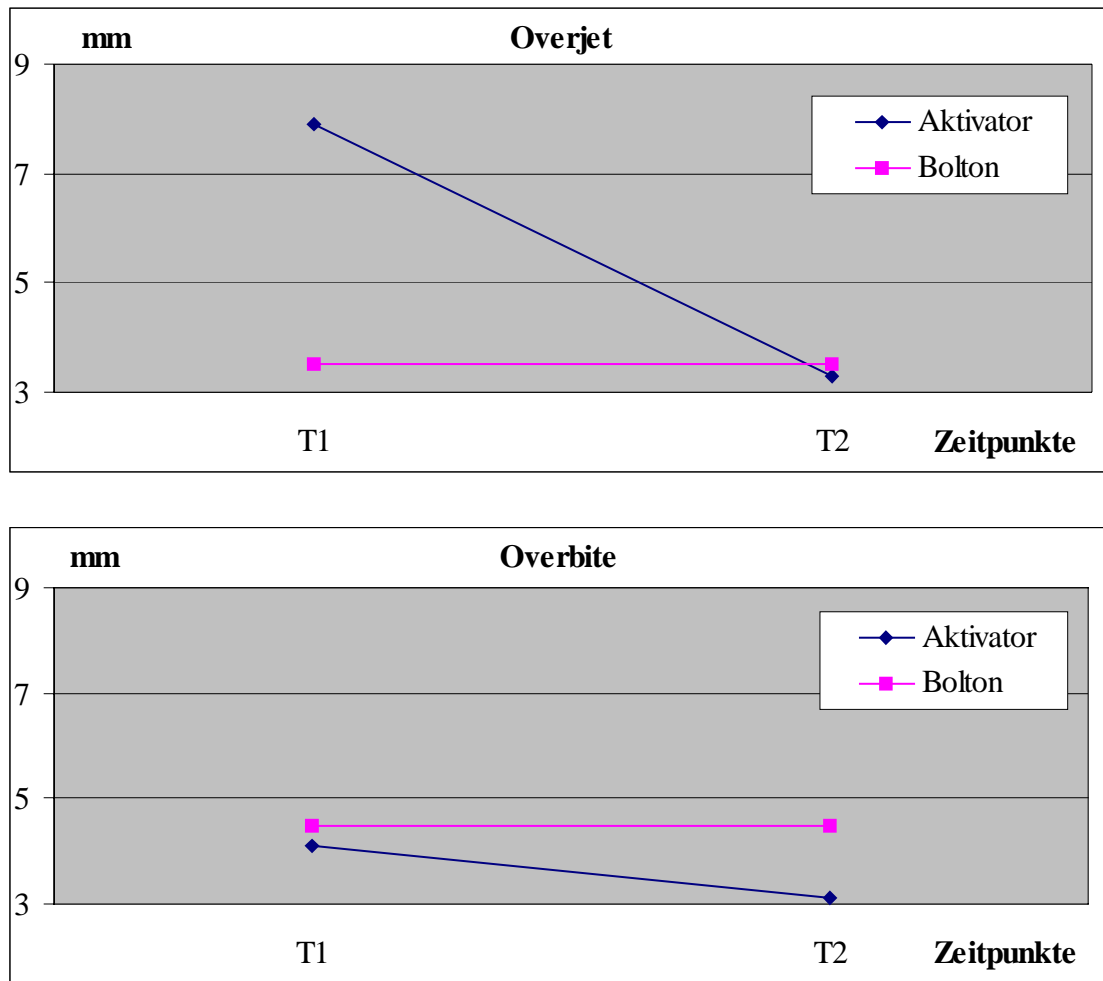


Abb. 18: Graphischer Vergleich (MW) der Frontzahnrelation (Overjet, Overbite) zu den Zeitpunkten vor (T1) und nach (T2) der **Aktivator-Behandlung** von 31 Probanden. Die entsprechenden Werte der Bolton-Kontrollgruppe sind gezeigt.

6.2 Tip-Edge-Gruppe

Die Meßergebnisse zu den Untersuchungszeitpunkten vor (**T1**), nach (**T2**) und 2 Jahre nach (**T4**) der Behandlung sowie der Vergleich zur Bolton-Kontrollgruppe sind in den Tabellen 6 und 7 dargestellt. Graphische Darstellungen sind in der Abbildung 19 (Vergleich der Neigungen der Okklusionsebenen), in der Abbildung 20 (Vergleich der Inklinatation der Kieferrelation) und in der Abbildung 21 (Vergleich der Frontzahnrelation) zu sehen.

Während des 2,3-jährigen Behandlungszeitraums (**T1 - T2**) vergrößerte sich die Neigung der Unterkiefer-Okklusionsebene (UE/NSL) signifikant (MW= 2,35°; $p < 0,01$). Die Neigungen der Oberkiefer- (OE/NSL) und der funktionellen (FE/NSL) Okklusionsebene veränderten sich nicht. Bei der Inklinatation der Kieferrelation (ML/NSL, NL/NSL, ML/NL) wurde auch keine signifikante Veränderung beobachtet. Der Overjet und der Overbite verkleinerten sich dagegen deutlich (MW= 3,76 mm bzw. MW= 3,57 mm; $p < 0,001$).

Während der 1,7-jährigen Nachuntersuchung (**T2 - T4**) verkleinerten sich die Neigungen der Unterkiefer- (UE/NSL) und der funktionellen (FE/NSL) Okklusionsebene (MW= 2,27°; $p < 0,001$ bzw. MW= 1,27°; $p < 0,01$), während die Neigung der Oberkiefer-Okklusionsebene (OE/NSL) sich nicht signifikant veränderte. Auch die Neigungen des Mandibularbasiswinkels (ML/NSL) und des Kieferbasiswinkels (ML/NL) verkleinerten sich (MW= 1,28° bzw. MW= 1,55°; $p < 0,001$). Beim Overjet und beim Overbite waren deutliche Vergrößerungen zu verzeichnen (MW= 0,87 mm bzw. MW= 1,50 mm; $p < 0,001$).

Während der totalen Beobachtungsperiode von vier Jahren (**T1 - T4**) wurden die Neigungen der Oberkiefer- (OE/NSL) und der funktionellen (FE/NSL) Okklusionsebene verkleinert (MW= 1,67°; $p < 0,05$ bzw. MW= 2,26°; $p < 0,01$). Die Neigung der Unterkiefer-Okklusionsebene (UE/NSL) blieb dagegen unverändert. Weiterhin verkleinerte sich der Kieferbasiswinkel (ML/NL) signifikant (MW= 1,14°; $p < 0,05$). Ebenso verkleinerten sich der Overjet und der Overbite deutlich (MW= 2,89 mm bzw. MW= 2,07 mm; $p < 0,001$).

Tab. 6: Röntgenkephalometrische Werte (MW, SD) bei 23 **Tip-Edge-Probanden** vor (T1), nach (T2) und 2 Jahre nach (T4) der Behandlung im Vergleich zu den entsprechenden Werten der Bolton-Kontrollgruppe. Das Durchschnittsalter ist in Jahren (J) angegeben.

Variablen	Tip-Edge						Bolton		
	T1 11,8 J		T2 14,1 J		T4 15,8 J		T1 12 J	T2 14 J	T4 16 J
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	MW	MW
Okklusionsebenen									
OE/NSL(°)	21,78	4,60	20,35	4,62	20,11	4,42	20,0	18,0	17,5
UE/NSL (°)	14,49	4,20	16,84	4,51	14,57	4,89	16,0	14,0	14,0
FE/NSL (°)	19,67	3,76	18,68	4,40	17,41	4,76	13,0	9,5	9,5
Kieferrelation									
ML/NSL (°)	32,61	5,12	32,96	5,00	31,67	5,49	29,5	28,0	28,0
NL/NSL (°)	7,40	3,48	7,34	3,39	7,61	3,37	7,5	7,5	8,0
ML/NL (°)	25,21	4,16	25,62	4,02	24,07	4,81	22,0	20,5	20,0
Frontzahnrelation									
Overjet (mm)	5,66	2,28	1,90	0,62	2,77	0,85	3,0	3,5	3,0
Overbite (mm)	4,95	1,54	1,38	0,84	2,88	0,91	4,0	4,5	4,0

Tab.7: Veränderungen (MW, SD) der röntgenkephalometrischen Werte bei 23 **Tip-Edge-Probanden** während verschiedener Untersuchungszeiträume. T1= vor der Behandlung; T2= nach der Behandlung; T4= 2 Jahre nach der Behandlung.

Variablen	T1 - T2			T2 -T4			T1 - T4		
	MW	SD	t	MW	SD	t	MW	SD	t
Okklusionsebenen									
OE/NSL (°)	1,43	3,92	1,75 ns	0,24	1,82	0,63 ns	1,67	3,80	2,11 *
UE/NSL (°)	- 2,35	3,18	- 3,54 **	2,27	2,36	4,61 ***	-0,08	3,29	-0,12 ns
FE/NSL (°)	0,99	2,68	1,77 ns	1,27	1,98	3,08 **	2,26	3,03	3,58 **
Kieferrelation									
ML/NSL (°)	- 0,35	2,13	- 0,79 ns	1,28	1,40	4,38 ***	0,93	2,16	2,06 ns
NL/NSL (°)	0,07	1,26	0,27 ns	-0,27	1,44	-0,90 ns	-0,21	1,45	-0,69 ns
ML/NL (°)	- 0,41	1,77	- 1,11 ns	1,55	1,53	4,86 ***	1,14	2,29	2,39 *
Frontzahnrelation									
Overjet (mm)	3,76	2,37	7,61 ***	-0,87	1,09	-3,83 ***	2,89	1,99	6,96 ***
Overbite (mm)	3,57	1,61	10,63 ***	-1,50	0,97	-7,42 ***	2,07	1,53	6,49 ***

ns: nicht signifikant

*: p< 0,05

**: p< 0,01

***: p< 0,001

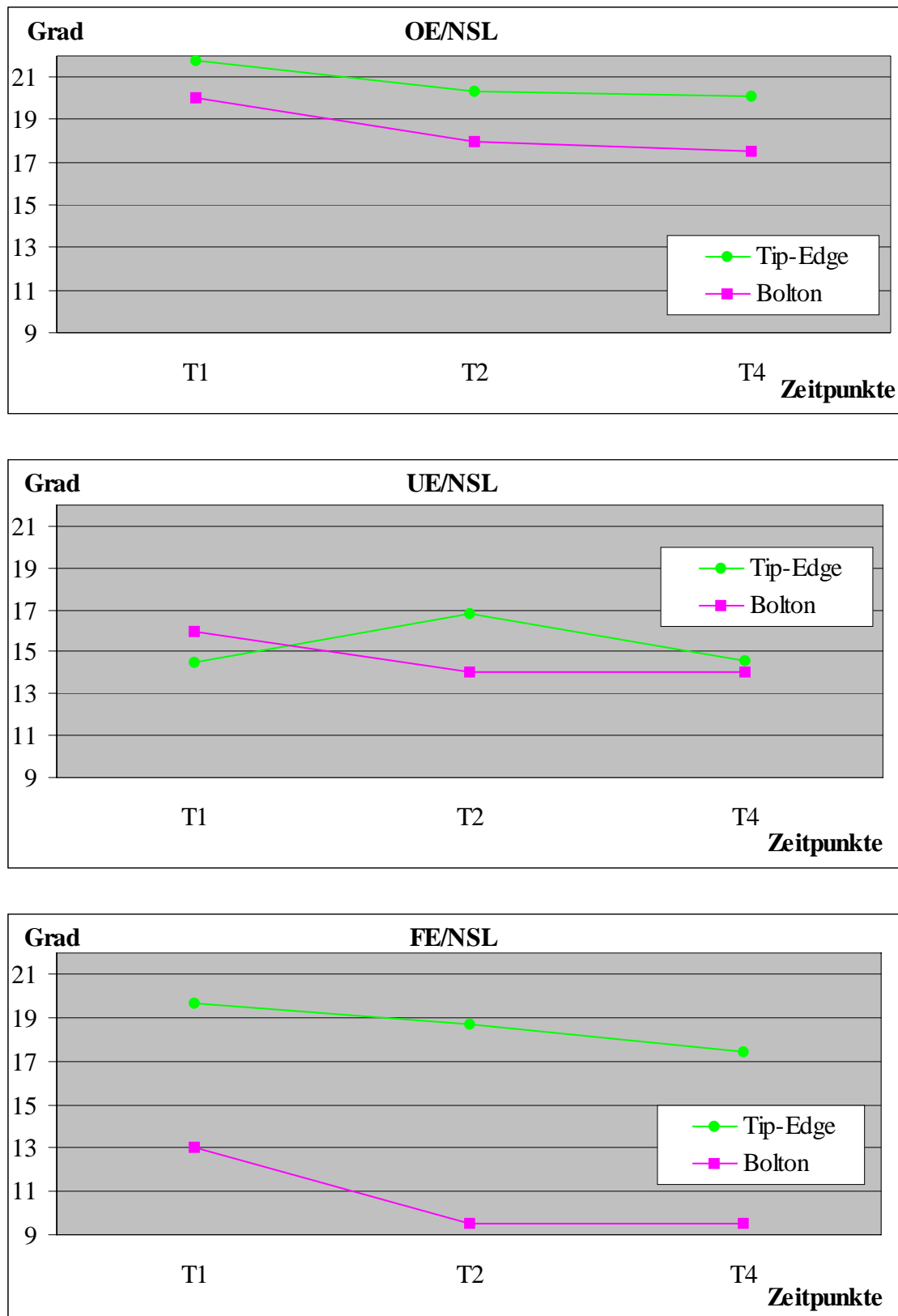


Abb. 19: Graphischer Vergleich (MW) der Neigungen der Okklusionsebenen (OE/NSL, UE/NSL, FE/NSL) zu den Zeitpunkten vor (T1), nach (T2) und 2 Jahre nach (T4) der **Tip-Edge-Behandlung** von 23 Probanden. Die entsprechenden Werte der Bolton-Kontrollgruppe sind gezeigt.

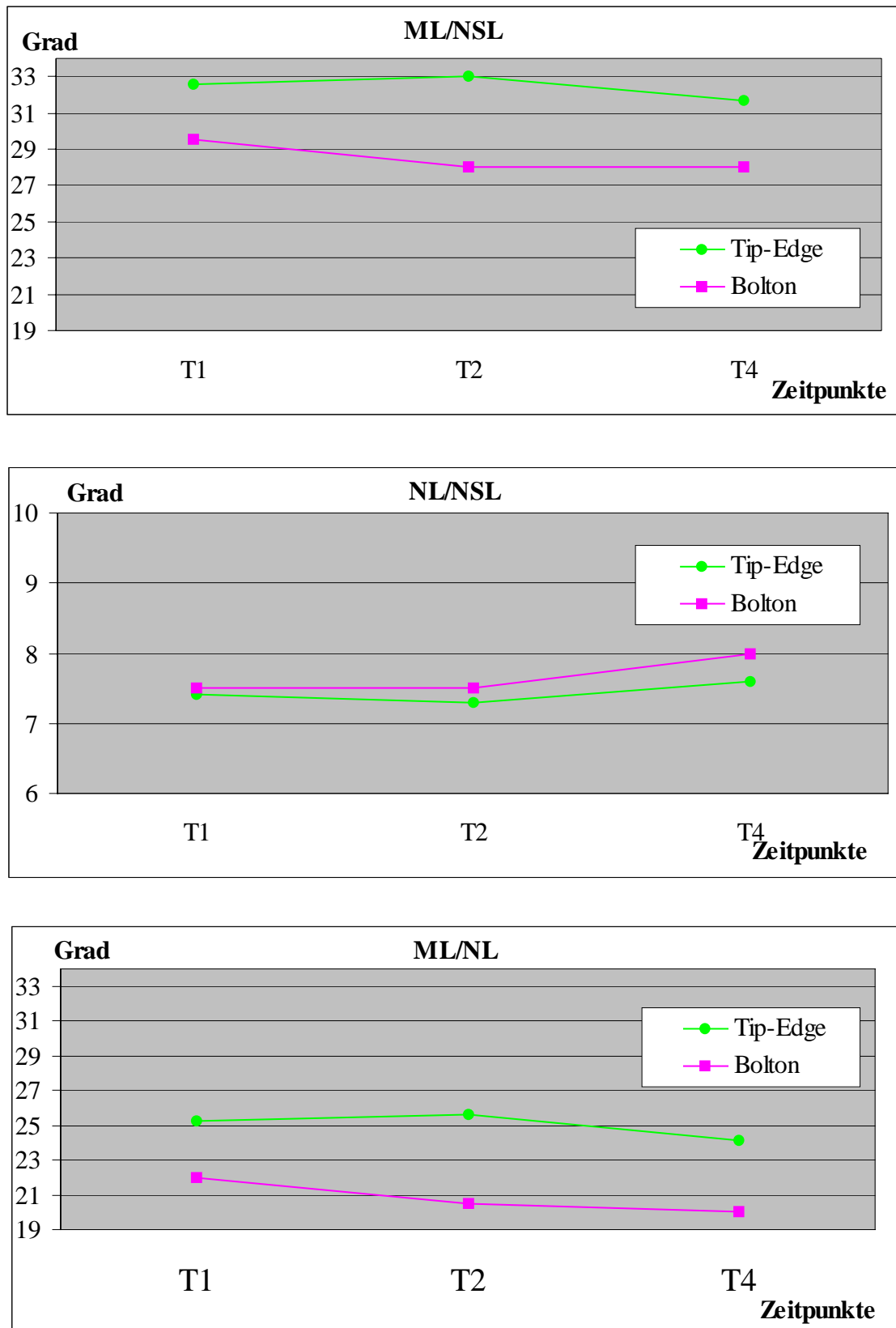


Abb. 20: Graphischer Vergleich (MW) der Inklination der Kieferrelation (ML/NSL, NL/NSL, ML/NL) zu den Zeitpunkten vor (T1), nach (T2) und 2 Jahre nach (T4) der **Tip-Edge-Behandlung** von 23 Probanden. Die entsprechenden Werte der Bolton-Kontrollgruppe sind gezeigt.

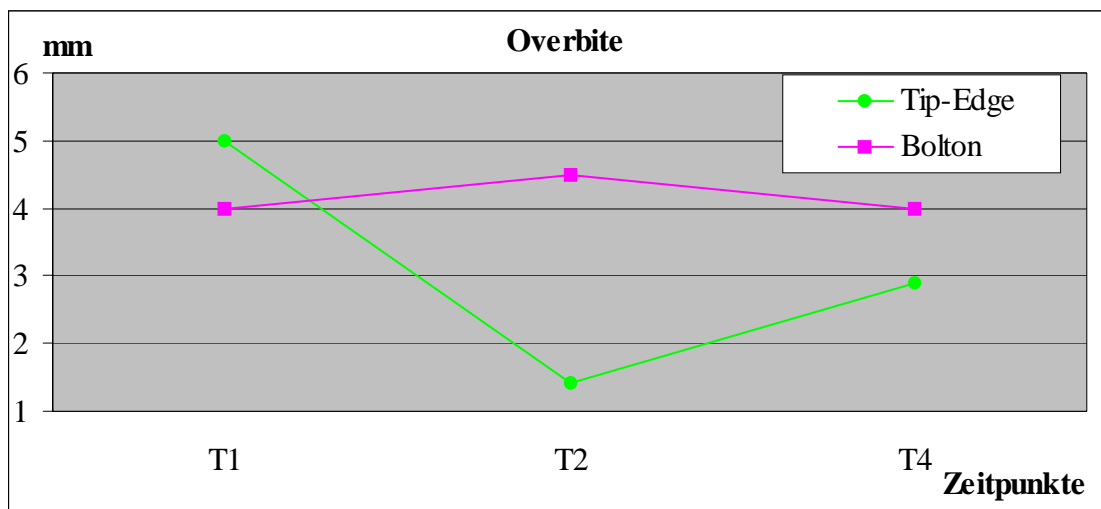
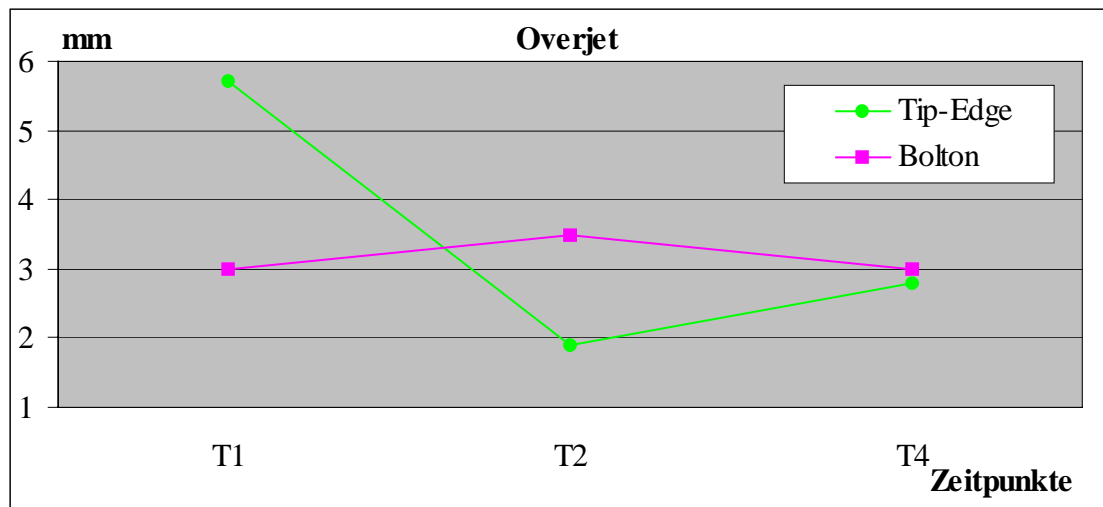


Abb. 21: Graphischer Vergleich (MW) der Frontzahnrelation (Overjet, Overbite) zu den Zeitpunkten vor (T1), nach (T2) und 2 Jahre nach (T4) **der Tip-Edge-Behandlung** von 23 Probanden. Die entsprechenden Werte der Bolton-Kontrollgruppe sind gezeigt.

6.3 Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung

Die Meßergebnisse zu den Untersuchungszeitpunkten vor (**T1**), nach (**T2**), 0,5 Jahre nach (**T3**), 2 Jahre nach (**T4**) und 4 Jahre nach (**T5**) der Behandlung sowie der Vergleich zur Bolton-Kontrollgruppe sind den Tabellen 8 und 9 zu entnehmen. Graphische Darstellungen sind in der Abbildung 22 (Vergleich der Neigungen der Okklusionsebenen), in der Abbildung 23 (Vergleich der Inklination der Kieferrelation) und in der Abbildung 24 (Vergleich der Frontzahnrelation) zu sehen.

Während des 0,6-jährigen Behandlungszeitraums (**T1 - T2**) vergrößerten sich die Neigungen der Unterkiefer- (UE/NSL) und der funktionellen (FE/NSL) Okklusionsebene signifikant (MW= 3,75° bzw. MW= 2,18°; $p < 0,001$). Die Neigung der Oberkiefer-Okklusionsebene veränderte sich in diesem Zeitraum nicht. Die Inklination der Kieferrelation (ML/NSL, NL/NSL, ML/NL) blieb ebenfalls unverändert. Der Overjet und der Overbite verkleinerten sich dagegen deutlich (MW= 4,23 mm bzw. MW= 2,71 mm; $p < 0,001$).

Während der 0,5-jährigen Nachuntersuchungsperiode (**T2 - T3**) wurden die Neigungen der Unterkiefer- (UE/NSL) und der funktionellen (FE/NSL) Okklusionsebene durchschnittlich verkleinert (MW= 2,13°; $p < 0,01$ bzw. MW= 1,38°; $p < 0,05$). Die Oberkiefer-Okklusionsebene veränderte sich nicht. Die Inklination der Kieferrelation (ML/NSL, NL/NSL, ML/NL) veränderte sich ebenfalls nicht. Es vergrößerten sich aber der Overjet und der Overbite signifikant (MW= 1,04 mm; $p < 0,01$ bzw. MW= 1,16 mm; $p < 0,001$).

Während der zweijährigen Nachuntersuchungsperiode (**T2 - T4**) verkleinerten sich die Neigungen der Unterkiefer- (UE/NSL) und der funktionellen (FE/NSL) Okklusions-

ebene deutlich (MW= 2,71°; $p < 0,001$ bzw. MW= 2,27°; $p < 0,01$). Die Oberkiefer-Okklusionsebene veränderte sich dagegen nicht. Der Kieferbasiswinkel (ML/NL) verkleinerte sich signifikant (MW= 1,43°; $p < 0,001$). Der Overjet und der Overbite vergrößerten sich (MW= 1,70 mm bzw. MW= 1,25 mm; $p < 0,001$).

Während der vierjährigen Nachuntersuchung (**T2 - T5**) wurden die Neigungen aller drei Okklusionsebenen (OE/NSL, UE/NSL, FE/NSL) signifikant verkleinert (MW= 2,32°; $p < 0,01$ bzw. MW= 5,13°; $p < 0,001$ bzw. MW= 4,84°; $p < 0,001$). Weiterhin verkleinerten sich der Mandibularbasiswinkel (ML/NSL) und der Kieferbasiswinkel (ML/NL) (MW= 2,50°; $p < 0,01$ bzw. MW= 3,18°; $p < 0,001$). Der Overjet und der Overbite vergrößerten sich deutlich (MW= 0,89 mm; $p < 0,05$ bzw. MW= 1,73 mm; $p < 0,001$).

Während der totalen Beobachtungsperiode von 4,6 Jahren (**T1 - T5**) wurden die Neigungen der Oberkiefer- (OE/NSL) und der funktionellen (FE/NSL) Okklusionsebene verkleinert (MW= 1,54°; $p < 0,05$ bzw. MW= 2,66°; $p < 0,001$). Die Neigung der Unterkiefer-Okklusionsebene blieb aber unverändert. Der Mandibularbasiswinkel (ML/NSL) und der Kieferbasiswinkel (ML/NL) verkleinerten sich ebenso (MW= 2,95° bzw. MW= 3,55°; $p < 0,001$). Der Overjet und der Overbite verkleinerten sich ebenfalls signifikant (MW= 3,34 mm; $p < 0,001$ bzw. MW= 0,98 mm; $p < 0,05$).

Tab. 8: Röntgenkephalometrische Werte (MW, SD) bei 14 **Herbst-Probanden mit partieller Verankerung** vor (T1), nach (T2), 0,5 Jahre nach (T3), 2 Jahre nach (T4) und 4 Jahre nach (T5) der Behandlung im Vergleich zu den entsprechenden Werten der Bolton-Kontrollgruppe. Das Durchschnittsalter ist in Jahren (J) angegeben.

Variablen	Herbst (partielle Verankerung)									
	T1 11,5 J		T2 12,1 J		T3 12,6 J		T4 14,1 J		T5 16,1 J	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
Okklusionsebenen										
OE/NSL (°)	22,09	3,58	22,88	3,91	22,55	3,86	21,98	3,64	20,55	4,18
UE/NSL (°)	14,07	4,28	17,82	3,77	15,70	3,97	15,11	4,14	12,70	4,41
FE/NSL (°)	20,48	2,93	22,66	2,93	21,29	3,46	20,39	3,62	17,82	3,37
Kieferrelation										
ML/NSL (°)	31,73	4,19	31,29	4,33	31,29	4,38	30,75	4,79	28,79	4,79
NL/NSL (°)	6,70	2,21	6,61	2,61	6,95	2,71	7,52	3,41	7,30	2,99
ML/NL (°)	25,04	4,22	24,66	4,40	24,34	4,40	23,23	4,78	21,48	4,76
Frontzahnrelation										
Overjet (mm)	7,54	1,59	3,30	1,34	4,34	1,13	5,00	1,52	4,20	1,22
Overbite (mm)	5,59	1,81	2,88	1,15	4,04	1,26	4,13	1,32	4,61	1,41

Variablen	Bolton-Kontrollgruppe				
	T1 12 J	T2 12 J	T3 13 J	T4 14 J	T5 16 J
	MW	MW	MW	MW	MW
Okklusionsebenen					
OE/NSL (°)	20,0	20,0	19,0	18,0	17,5
UE/NSL (°)	16,0	16,0	15,0	14,0	14,0
FE/NSL (°)	13,0	13,0	11,0	9,5	9,5
Kieferrelation					
ML/NSL (°)	29,5	29,5	29,5	28,0	28,0
NL/NSL (°)	7,5	7,5	8,5	7,5	8,0
ML/NL (°)	22,0	22,0	21,0	20,5	20,0
Frontzahnrelation					
Overjet (mm)	3,0	3,0	3,5	3,5	3,0
Overbite (mm)	4,0	4,0	4,5	4,5	4,0

Tab. 9: Veränderungen (MW, SD) der röntgenkephalometrischen Werte bei 14 **Herbst-Probanden mit partieller Verankerung** während verschiedener Untersuchungszeiträume. T1= vor der Behandlung; T2= nach der Behandlung; T3= 0,5 Jahre nach der Behandlung; T4= 2 Jahre nach der Behandlung; T5= 4 Jahre nach der Behandlung.

Variablen	T1 - T2			T2 - T3			T2 - T4		
	MW	SD	t	MW	SD	t	MW	SD	t
Okklusionsebenen									
OE/NSL (°)	-0,79	1,63	-1,75 ns	0,32	2,06	0,56 ns	0,89	2,14	1,50 ns
UE/NSL (°)	-3,75	1,91	-7,08 ***	2,13	2,03	3,78 **	2,71	2,22	4,40 ***
FE/NSL (°)	-2,18	1,47	-5,35 ***	1,38	2,25	2,21 *	2,27	2,28	3,59 **
Kieferrelation									
ML/NSL (°)	0,45	1,09	1,49 ns	0,00	1,52	0,00 ns	0,54	1,51	1,29 ns
NL/NSL (°)	0,07	1,09	0,23 ns	-0,32	1,34	-0,86 ns	-0,89	1,90	-1,69 ns
ML/NL (°)	0,38	1,32	1,04 ns	0,32	0,77	1,50 ns	1,43	1,18	4,37 ***
Frontzahnrelation									
Overjet (mm)	4,23	1,60	9,53 ***	-1,04	0,97	-3,87 **	-1,70	1,14	-5,38 ***
Overbite (mm)	2,71	1,10	8,88 ***	-1,16	0,76	-5,50 ***	-1,25	0,90	-5,01 ***

Variablen	T2 - T5			T1 - T5		
	MW	SD	t	MW	SD	t
Okklusionsebenen						
OE/NSL (°)	2,32	2,85	2,94 **	1,54	2,04	2,72 *
UE/NSL (°)	5,13	3,46	5,35 ***	1,38	2,75	1,81 ns
FE/NSL (°)	4,84	2,39	7,30 ***	2,66	1,48	6,48 ***
Kieferrelation						
ML/NSL (°)	2,50	2,33	3,87 **	2,95	1,87	5,69 ***
NL/NSL (°)	-0,68	1,52	-1,61 ns	-0,61	1,27	-1,73 ns
ML/NL (°)	3,18	1,60	7,17 ***	3,55	1,83	6,99 ***
Frontzahnrelation						
Overjet (mm)	-0,89	1,46	-2,20 *	3,34	2,01	5,99 ***
Overbite (mm)	-1,73	1,13	-5,52 ***	0,98	1,25	2,83 *

ns: nicht signifikant

*: $p < 0,05$

** : $p < 0,01$

***: $p < 0,001$

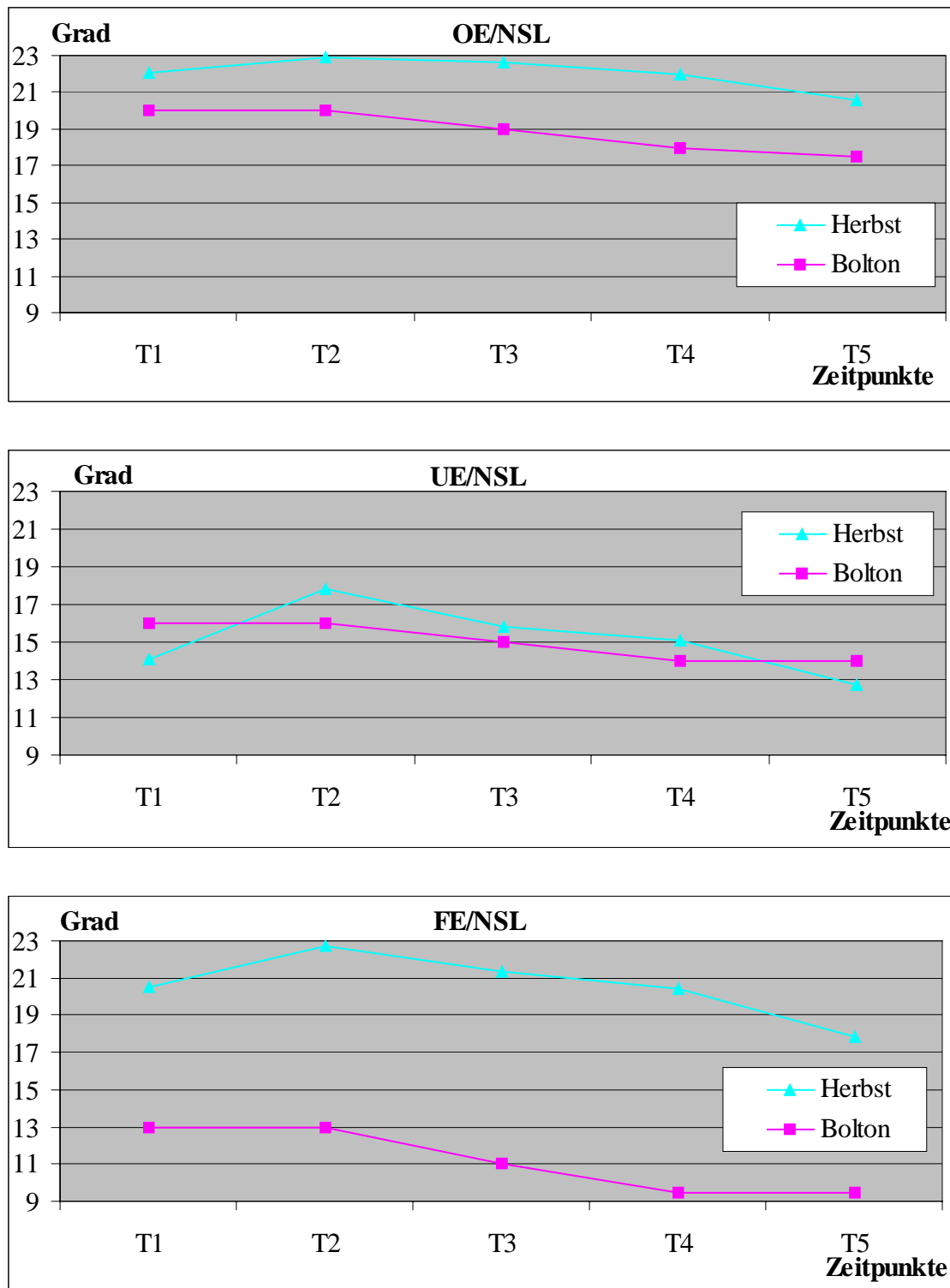


Abb. 22: Graphischer Vergleich (MW) der Neigungen der Okklusionsebenen (OE/NSL, UE/NSL, FE/NSL) zu den Zeitpunkten vor (T1), nach (T2), 0,5 Jahre nach (T3), 2 Jahre nach (T4) und 4 Jahre nach (T5) der **Herbst-Behandlung mit partieller Verankerung** von 14 Probanden. Die entsprechenden Werte der Bolton-Kontrollgruppe sind gezeigt.

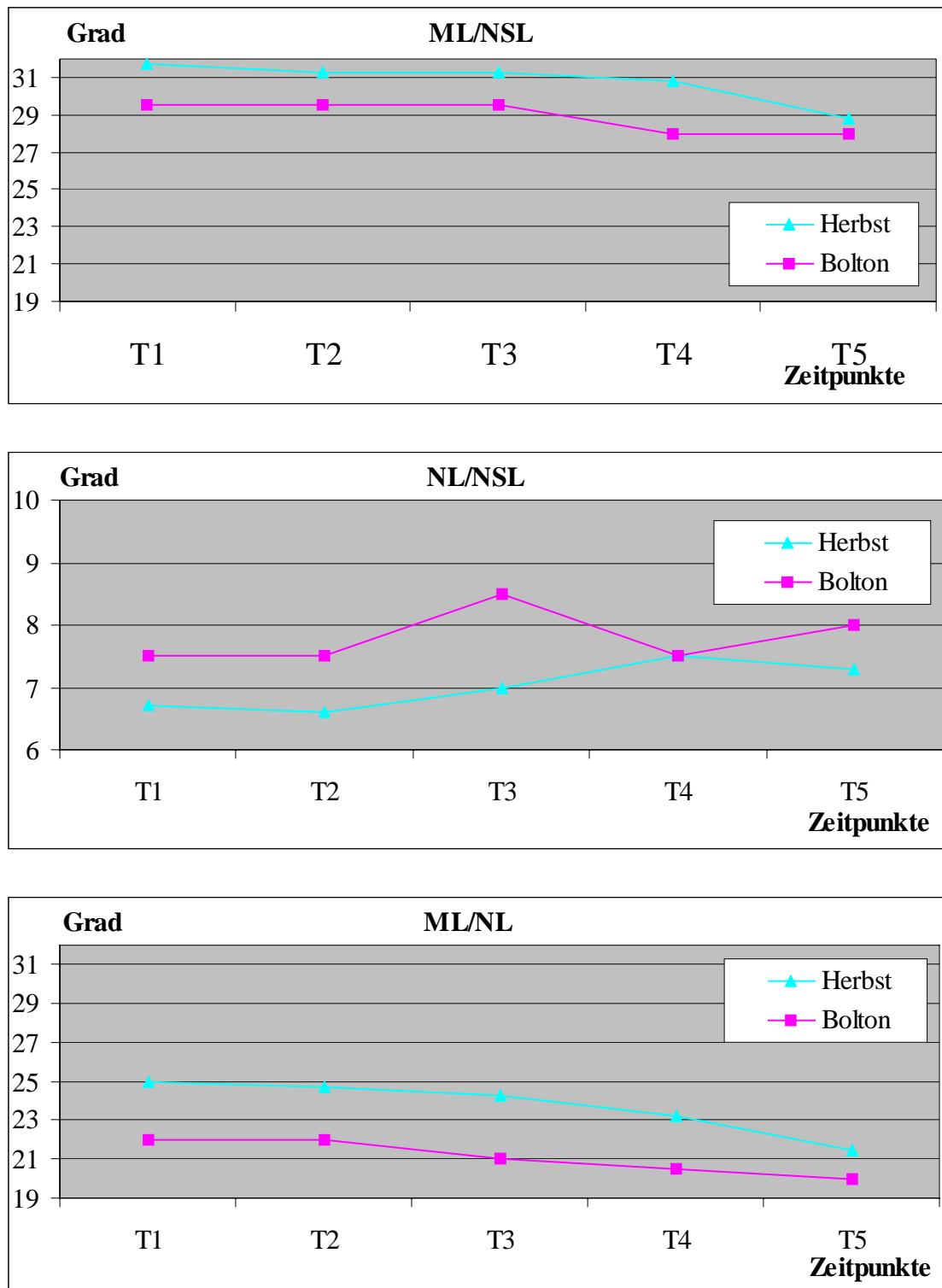


Abb. 23: Graphischer Vergleich (MW) der Inklination der Kieferrelation (ML/NSL, NL/NSL, ML/NL) zu den Zeitpunkten vor (T1), nach (T2), 0,5 Jahre nach (T3), 2 Jahre nach (T4) und 4 Jahre nach (T5) der **Herbst-Behandlung mit partieller Verankerung** von 14 Probanden. Die entsprechenden Werte der Bolton-Kontrollgruppe sind gezeigt.

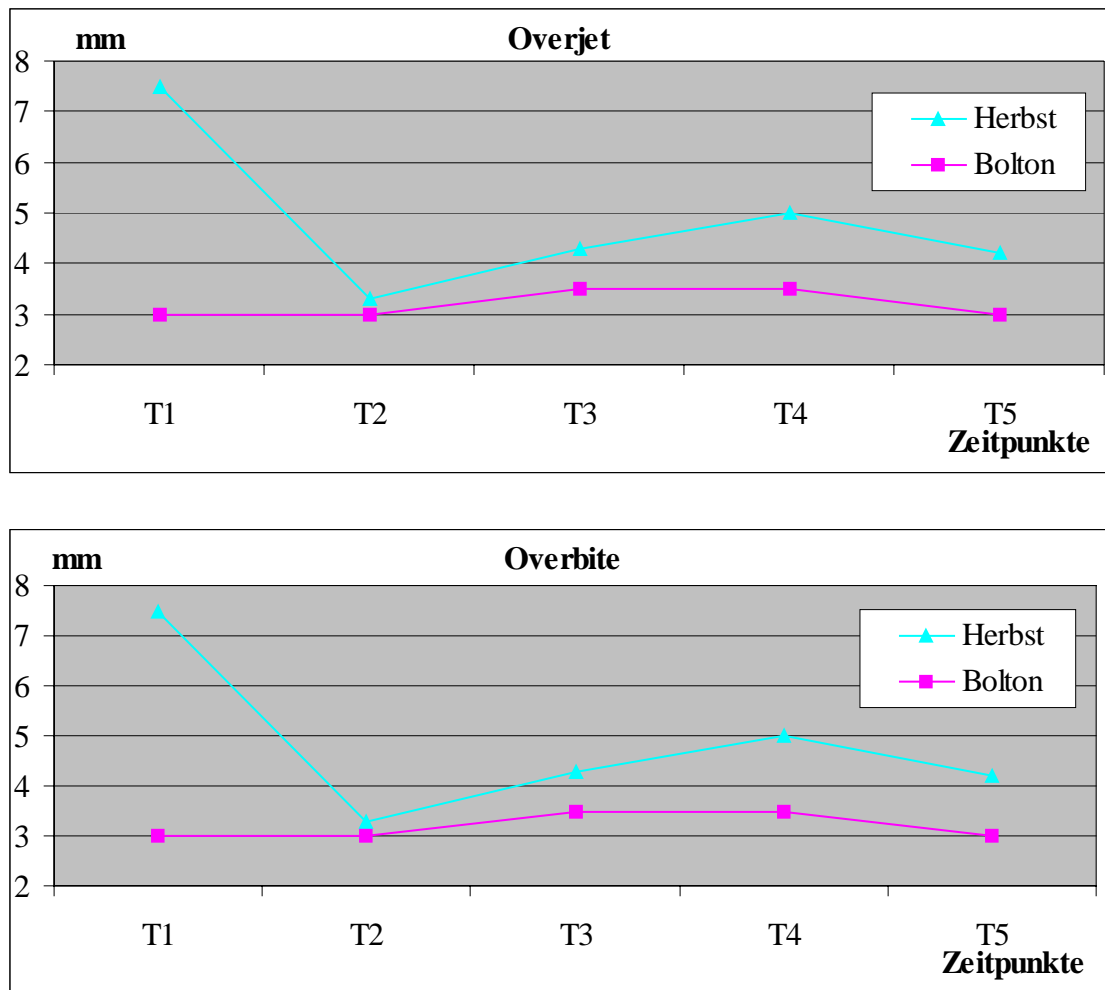


Abb. 24: Graphischer Vergleich (MW) der Frontzahnrelation (Overjet, Overbite) zu den Zeitpunkten vor (T1), nach (T2), 0,5 Jahre nach (T3), 2 Jahre nach (T4) und 4 Jahre nach (T5) der **Herbst-Behandlung mit partieller Verankerung** von 14 Probanden. Die entsprechenden Werte der Bolton-Kontrollgruppe sind gezeigt.

6.4 Herbst-Gruppe mittels totaler Verankerung

Die Meßergebnisse zu den Untersuchungszeitpunkten vor (**T1**), nach (**T2**), 0,5 Jahre nach (**T3**), 2 Jahre nach (**T4**) und 4 Jahre nach (**T5**) der Behandlung sowie der Vergleich zur Bolton-Kontrollgruppe sind in den Tabellen 10 und 11 dargestellt. Graphische Darstellungen sind in der Abbildung 25 (Vergleich der Neigungen der Okklusionsebenen), in der Abbildung 26 (Vergleich der Inklinationswinkel der Kieferrelation) und in der Abbildung 27 (Vergleich der Frontzahnrelation) zu sehen.

Während des 0,6-jährigen Behandlungszeitraums (**T1 - T2**) vergrößerten sich die Neigungen der Oberkiefer- (OE/NSL), der Unterkiefer- (UE/NSL) und der funktionellen (FE/NSL) Okklusionsebene signifikant (MW= 3,71° bzw. MW= 6,84° bzw. MW= 4,07°; $p < 0,001$). Die Inklinationswinkel der Maxilla zur Schädelbasis (NL/NSL) vergrößerte sich ebenfalls (MW= 1,16°; $p < 0,01$). Dagegen wurden der Overjet und der Overbite verkleinert (MW= 10,91 mm bzw. MW= 3,18 mm; $p < 0,001$).

Während der 0,5-jährigen Nachuntersuchungsperiode (**T2 - T3**) wurden die Neigungen der drei Okklusionsebenen (OE/NSL, UE/NSL, FE/NSL) wieder verkleinert: MW= 2,09° bzw. MW= 3,89° bzw. MW= 2,93°; $p < 0,001$. Die Inklinationswinkel der Kieferrelation (ML/NSL, NL/NSL, ML/NL) wurde dagegen nicht verändert. Der Overjet und der Overbite vergrößerten sich wieder signifikant (MW= 5,41 mm bzw. MW= 1,36 mm; $p < 0,001$).

Auch während des zweijährigen Nachuntersuchungszeitraums (**T2 - T4**) verkleinerten sich die Neigungen aller drei Okklusionsebenen (OE/NSL, UE/NSL, FE/NSL): MW= 3,27° bzw. MW= 5,71° bzw. MW= 4,14°; $p < 0,001$. Die Inklinationswinkel der Kieferrelation (ML/NSL, NL/NSL, ML/NL) wurden erneut nicht verändert. Der Overjet und der Over-

bite vergrößerten sich wiederum signifikant (MW= 6,39 mm bzw. MW= 1,82 mm; $p < 0,001$).

Ebenso verkleinerten sich während des vierjährigen Nachuntersuchungszeitraums (**T2 - T5**) die Neigungen der drei Okklusionsebenen signifikant (OE/NSL, UE/NSL, FE/NSL): MW= 4,46° bzw. MW= 7,29° bzw. MW= 6,23°; $p < 0,001$. Auch der Mandibularbasiswinkel (ML/NSL) und der Kieferbasiswinkel (ML/NL) verkleinerten sich deutlich (MW= 2,34°; $p < 0,001$ bzw. MW= 2,04°; $p < 0,01$). Der Overjet und der Overbite vergrößerten sich (MW= 6,13 mm bzw. MW= 2,20 mm; $p < 0,001$).

Während der totalen Beobachtungsperiode von 4,8 Jahren (**T1 - T5**) verkleinerte sich nur die Neigung der funktionellen Okklusionsebene (FE/NSL): MW= 2,16°; $p < 0,01$. Die Neigungen der Ober- (OE/NSL) und der Unterkiefer- (UE/NSL) Okklusionsebene blieben unverändert. Der Mandibularbasiswinkel (ML/NSL) und der Kieferbasiswinkel (ML/NL) verkleinerten sich deutlich (MW= 1,93°; $p < 0,01$ bzw. MW= 2,79°; $p < 0,001$), während sich die Inklinations der Maxilla zur Schädelbasis (NL/NSL) vergrößerte (MW= 0,86°; $p < 0,05$). Der Overjet verkleinerte sich (MW= 4,79 mm; $p < 0,001$). Der Overbite blieb unverändert.

Tab.10: Röntgenkephalometrische Werte (MW, SD) bei 14 **Herbst-Probanden mit totaler Verankerung** vor (T1), nach (T2), 0,5 Jahre nach (T3), 2 Jahre nach (T4) und 4 Jahre nach (T5) der Behandlung im Vergleich zu den entsprechenden Werten der Bolton-Kontrollgruppe. Das Durchschnittsalter ist in Jahren (J) angegeben.

Variablen	Herbst-Gruppe (totale Verankerung)									
	T1 12,9 J		T2 13,4 J		T3 13,9 J		T4 15,4 J		T5 17,7 J	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
Okklusionsebenen										
OE/NSL (°)	18,80	4,58	22,52	4,30	20,43	4,19	19,25	4,34	18,05	4,98
UE/NSL (°)	12,34	4,03	19,18	4,58	15,29	5,18	13,46	4,91	11,89	5,04
FE/NSL (°)	18,52	2,40	22,59	3,81	19,66	3,73	18,45	3,72	16,36	4,30
Kieferrelation										
ML/NSL (°)	32,39	4,53	32,80	4,70	32,29	4,70	32,02	5,27	30,46	5,20
NL/NSL (°)	5,80	2,95	6,96	3,16	6,52	2,70	6,52	2,64	6,66	2,85
ML/NL (°)	26,59	4,52	25,84	3,85	25,77	3,80	25,50	4,40	23,80	4,58
Frontzahnrelation										
Overjet (mm)	9,11	2,13	-1,80	2,23	3,61	1,34	4,59	1,12	4,32	1,28
Overbite (mm)	4,68	2,32	1,52	1,01	2,88	1,52	3,34	1,71	3,71	2,04

Variablen	Bolton-Kontrollgruppe				
	T1 13 J	T2 13 J	T3 14 J	T4 15 J	T5 18 J
	MW	MW	MW	MW	MW
Okklusionsebenen					
OE/NSL (°)	19,0	19,0	18,0	17,0	16,0
UE/NSL (°)	15,0	15,0	14,0	15,5	13,0
FE/NSL (°)	11,0	11,0	9,5	10,5	9,5
Kieferrelation					
ML/NSL (°)	29,5	29,5	28,0	28,0	27,0
NL/NSL (°)	8,5	8,5	7,5	8,0	8,0
ML/NL (°)	21,0	21,0	20,5	20,0	19,0
Frontzahnrelation					
Overjet (mm)	3,5	3,5	3,5	4,0	3,0
Overbite (mm)	4,5	4,5	4,5	3,5	4,0

Tab. 11: Durchschnittliche Veränderungen (MW) der röntgenkephalometrischen Werte bei 14 **Herbst-Probanden mit totaler Verankerung** während verschiedener Untersuchungszeiträume. T1= vor der Behandlung; T2= nach der Behandlung; T3= 0,5 Jahre nach der Behandlung; T4= 2 Jahre nach der Behandlung; T5= 4 Jahre nach der Behandlung)

Variablen	T1 - T2			T2 - T3			T2 - T4		
	MW	SD	t	MW	SD	t	MW	SD	t
Okklusionsebenen									
OE/NSL (°)	-3,71	2,41	-5,55 ***	2,09	1,59	4,74 ***	3,27	2,12	5,56 ***
UE/NSL (°)	-6,84	3,28	-7,52 ***	3,89	2,37	5,92 ***	5,71	2,86	7,20 ***
FE/NSL (°)	-4,07	2,36	-6,22 ***	2,93	1,68	6,29 ***	4,14	1,94	7,69 ***
Kieferrelation									
ML/NSL (°)	-0,41	1,69	-0,87 ns	0,52	0,93	2,02 ns	0,79	1,67	1,71 ns
NL/NSL (°)	-1,16	1,02	-4,10 **	0,45	1,00	1,62 ns	0,45	1,20	1,35 ns
ML/NL (°)	0,75	1,49	1,81 ns	0,07	0,99	0,25 ns	0,34	1,74	0,70 ns
Frontzahnrelation									
Overjet (mm)	10,91	3,85	10,22 ***	-5,41	3,14	-6,21 ***	-6,39	3,04	-7,58 ***
Overbite (mm)	3,16	2,20	5,18 ***	-1,36	1,00	-4,90 ***	-1,82	1,40	-4,69 ***

Variablen	T2 - T5			T1 - T5		
	MW	SD	t	MW	SD	t
Okklusionsebenen						
OE/NSL (°)	4,46	2,50	6,43 ***	0,75	1,74	1,55 ns
UE/NSL (°)	7,29	3,02	8,70 ***	0,45	1,74	0,93 ns
FE/NSL (°)	6,23	2,51	8,95 ***	2,16	2,61	2,98 *
Kieferrelation						
ML/NSL (°)	2,34	1,56	5,41 ***	1,93	1,86	3,74 **
NL/NSL (°)	0,30	1,46	0,74 ns	-0,86	1,20	-2,58 *
ML/NL (°)	2,04	1,95	3,77 **	2,79	1,98	5,08 ***
Frontzahnrelation						
Overjet (mm)	-6,13	2,86	-7,73 ***	4,79	1,92	9,00 ***
Overbite (mm)	-2,20	1,67	-4,75 ***	0,96	1,73	2,00 ns

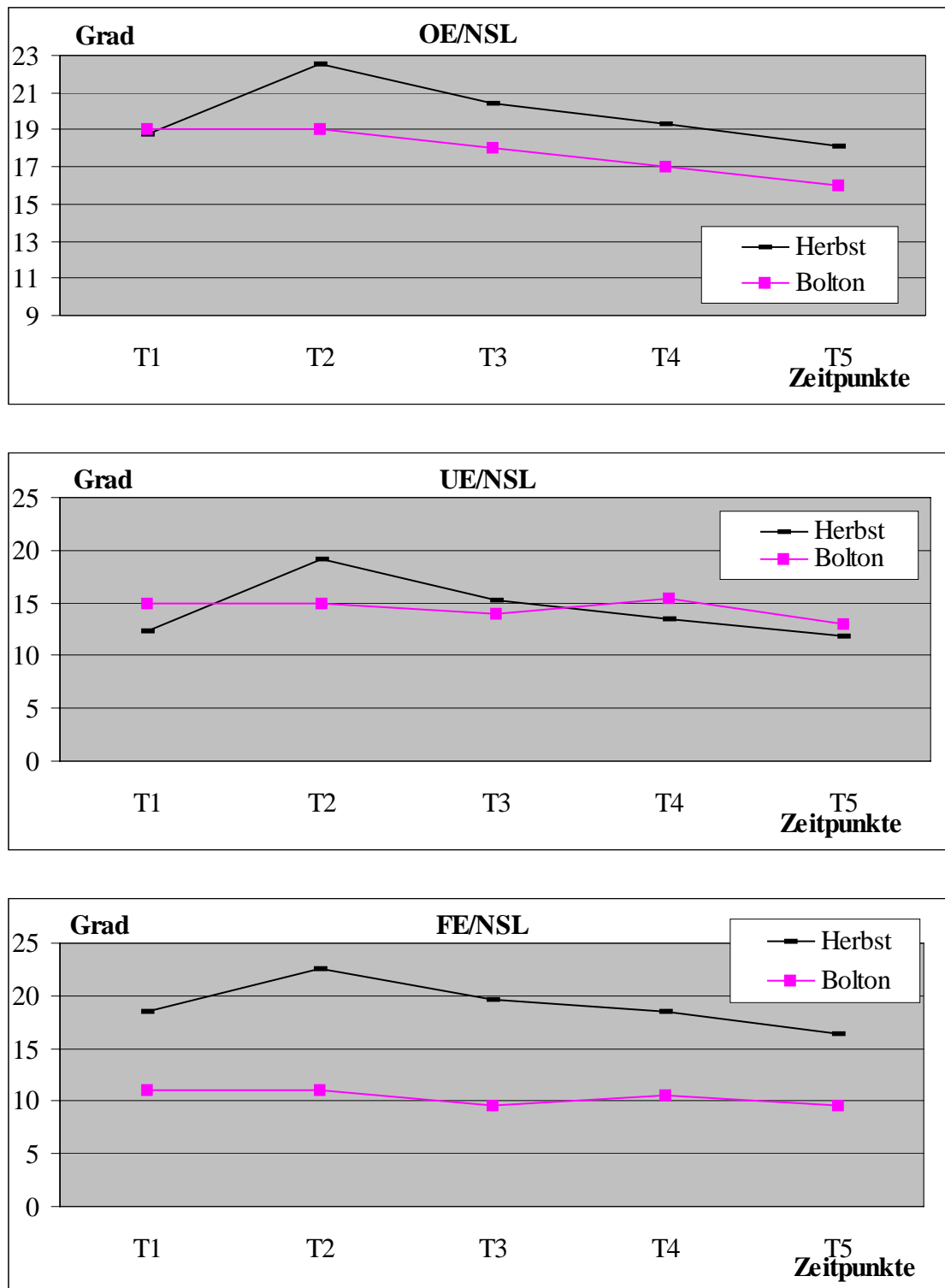


Abb. 25: Graphischer Vergleich (MW) der Neigungen der Okklusionsebenen (OE/NSL, UE/NSL, FE/NSL) zu den Zeitpunkten vor (T1), nach (T2), 0,5 Jahre nach (T3), 2 Jahre nach (T4) und 4 Jahre nach (T5) der **Herbst-Behandlung mit totaler Verankerung** von 14 Probanden. Die entsprechenden Werte der Bolton-Kontrollgruppe sind gezeigt.

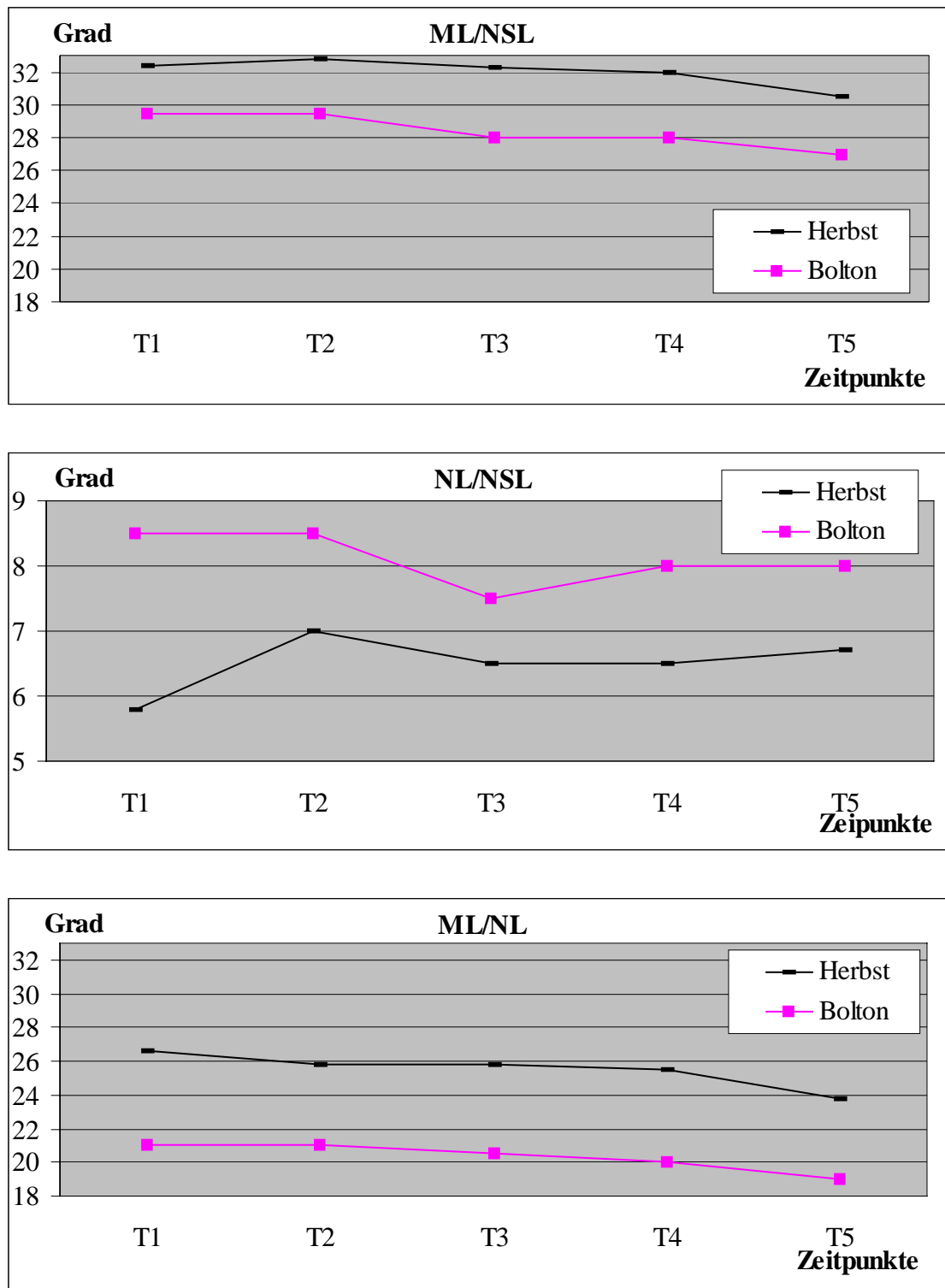


Abb. 26: Graphischer Vergleich (MW) der Inklination der Kieferrelation (ML/NSL, NL/NSL, ML/NL) zu den Zeitpunkten vor (T1), nach (T2), 0,5 Jahre nach (T3), 2 Jahre nach (T4) und 4 Jahre nach (T5) der **Herbst-Behandlung mit totaler Verankerung** von 14 Probanden. Die entsprechenden Werte der Bolton-Kontrollgruppe sind gezeigt.

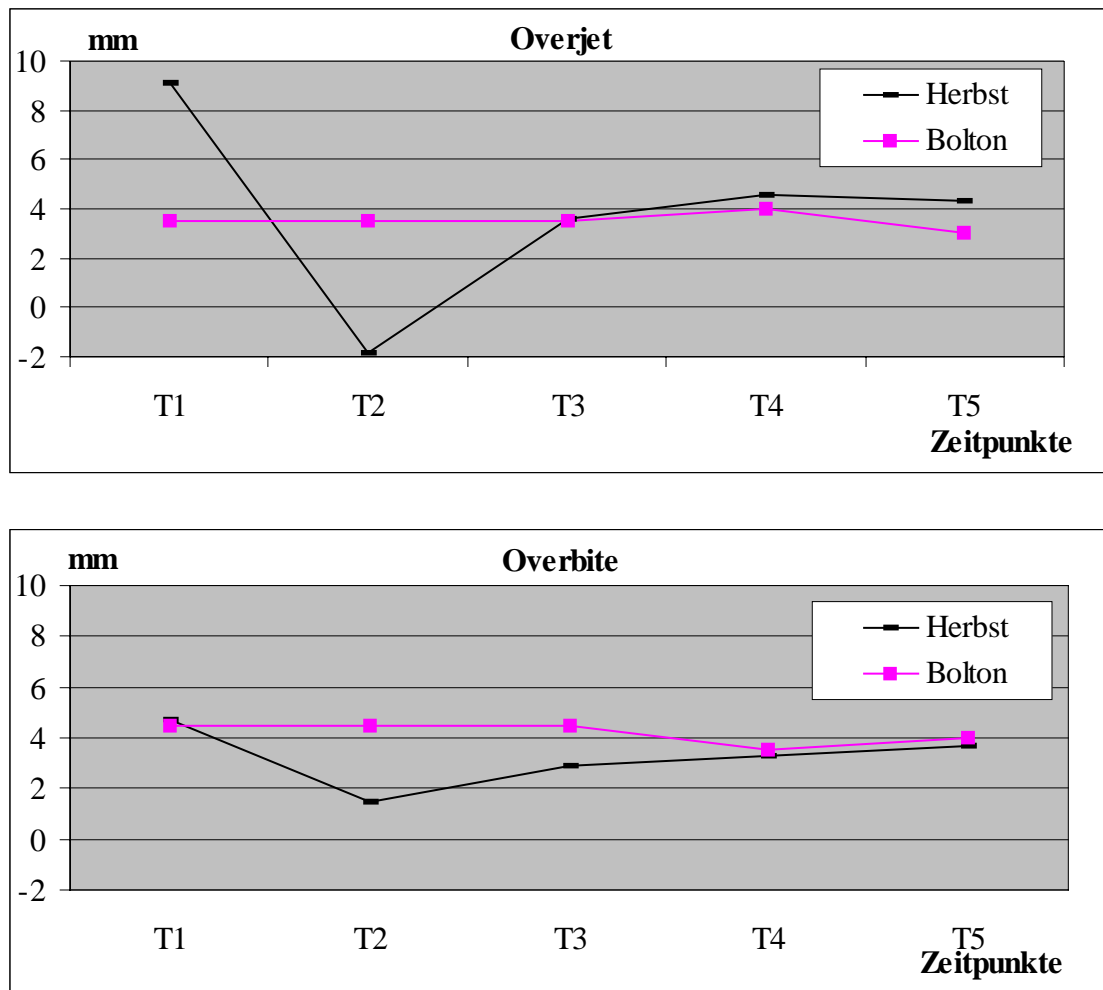


Abb. 27: Graphischer Vergleich (MW) der Frontzahnrelation (Overjet, Overbite) zu den Zeitpunkten vor (T1), nach (T2), 0,5 Jahre nach (T3), 2 Jahre nach (T4) und 4 Jahre nach (T5) der **Herbst-Behandlung mit totaler Verankerung** von 14 Probanden. Die entsprechenden Werte der Bolton-Kontrollgruppe sind gezeigt.

6.5 Vergleich der Behandlungsgruppen

In den Tabellen 12 - 15 (Seite 63 - 65) ist der Vergleich der einzelnen Behandlungsgruppen zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten aufgeführt. In den Tabellen 16 - 18 (Seite 66 - 67) ist der Vergleich der Gruppen während der verschiedenen Untersuchungszeiträume dargestellt. Die graphischen Vergleiche aller Gruppen sind in den Abbildungen 28 - 30 (Seite 68 - 70) gezeigt. In den Abbildungen ist für alle Gruppen der Zeitpunkt T1 als Nullpunkt gewählt. Nur signifikante Gruppenunterschiede der Veränderungen während der verschiedenen Untersuchungsperioden werden angesprochen.

Vergleich aller Gruppen während des Behandlungszeitraums T1 - T2 (Tabelle 16)

Beim Vergleich der **Aktivator-** und der **Tip-Edge-Gruppe** wurde die Neigung der Unterkiefer-Okklusionsebene (UE/NSL) in der Tip-Edge-Gruppe vergrößert und blieb in der Aktivator-Gruppe stabil. Der Gruppenunterschied war signifikant (MW= 1,76°; $p < 0,05$). Der Kieferbasiswinkel (ML/NL) verkleinerte sich in der Aktivator-Gruppe und blieb unverändert in der Tip-Edge-Gruppe. Der Gruppenunterschied war deutlich (MW= 1,14°; $p < 0,05$). Die Verkleinerung des Overbites war in der Aktivator-Gruppe geringer (MW= -2,60 mm; $p < 0,001$) als in der Tip-Edge-Gruppe.

Beim Vergleich der **Aktivator-** und der **Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung** wurden die Neigungen der Unterkiefer- (UE/NSL) und der funktionellen (FE/NSL) Okklusionsebene in der Herbst-Gruppe vergrößert und blieben unverändert in der Aktivator-Gruppe. Die Gruppenunterschiede waren signifikant (MW= 3,16°; $p < 0,001$ bzw. MW= 2,53°; $p < 0,05$). Die Verkleinerung des Overbites war in der Aktivator-Gruppe geringer (MW= -1,74 mm; $p < 0,001$) als in der Herbst-Gruppe.

Beim Vergleich der **Aktivator-** und der **Herbst-Gruppe mittels totaler Verankerung** wurden die Neigungen aller drei Okklusionsebenen (OE/NSL, UE/NSL, FE/NSL) in der Herbst-Gruppe deutlich vergrößert und blieben in der Aktivator-Gruppe stabil. Die Gruppenunterschiede waren deutlich (MW= 3,78° bzw. MW= 4,42° bzw. MW= 6,25°; $p < 0,001$). Die Verkleinerungen des Overjets und des Overbites waren in der Aktivator-Gruppe geringer (MW= -6,30 mm bzw. MW= -2,19 mm; $p < 0,001$) als in der Herbst-Gruppe.

Beim Vergleich der **Tip-Edge-** und der **Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung** wurde die Neigung der funktionellen Okklusionsebene (FE/NSL) in der Herbst-Gruppe vergrößert und blieb unverändert in der Tip-Edge-Gruppe. Der Gruppenunterschied war signifikant (MW= 3,17°; $p < 0,001$).

Beim Vergleich der **Tip-Edge-** und der **Herbst-Gruppe mittels totaler Verankerung** wurden die Neigungen aller drei Okklusionsebenen (OE/NSL, UE/NSL, FE/NSL) in der Herbst-Gruppe deutlich vergrößert, und in der Tip-Edge-Gruppe blieben die Neigungen von OE/NSL und FE/NSL stabil, die Neigung von UE/NSL vergrößerte sich geringer. Die Gruppenunterschiede waren deutlich (MW= 5,14° bzw. MW= 4,49° bzw. MW= 5,06°; $p < 0,001$). Die Inklination der Maxilla zur Schädelbasis (NL/NSL) vergrößerte sich in der Herbst-Gruppe und blieb unverändert in der Tip-Edge-Gruppe. Der Gruppenunterschied war signifikant (MW= 1,23°; $p < 0,01$). Der Kieferbasiswinkel (ML/NL) vergrößerte sich gering (ns) in der Tip-Edge-Gruppe und verkleinerte sich gering (ns) in der Herbst-Gruppe. Der Gruppenunterschied war deutlich (MW= -1,16°; $p < 0,05$). Die Verkleinerung des Overjets war in der Tip-Edge-Gruppe geringer (MW= -7,15 mm; $p < 0,001$) als in der Herbst-Gruppe.

Beim Vergleich der **Herbst-Gruppen mittels partieller und totaler Verankerung** wurden die Neigungen aller drei Okklusionsebenen (OE/NSL, UE/NSL, FE/NSL) in der Herbst-Gruppe mittels totaler Verankerung deutlich mehr vergrößert (MW= 2,92°; $p < 0,001$ bzw. MW= 3,09°; $p < 0,01$ bzw. MW= 1,89°; $p < 0,05$). Die Neigung der Maxilla zur Schädelbasis (NL/NSL) wurde in der Herbst-Gruppe mittels totaler Verankerung vergrößert und blieb in der Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung stabil. Der Gruppenunterschied war signifikant (MW= 1,23°; $p < 0,01$). Die Verkleinerung des Overjets war in der Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung geringer (MW= -6,68 mm; $p < 0,001$) als in der anderen Herbst-Gruppe.

Vergleich der Tip-Edge- und der Herbst-Gruppen während des Untersuchungszeitraums T2 - T4 (Tabelle 17)

Beim Vergleich der **Tip-Edge- und der Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung** war die Vergrößerung des Overjets in der Tip-Edge-Gruppe geringer (MW= 0,83 mm; $p < 0,05$).

Beim Vergleich der **Tip-Edge- und der Herbst-Gruppe mittels totaler Verankerung** wurden die Neigungen aller drei Okklusionsebenen (OE/NSL, UE/NSL, FE/NSL) in der Herbst-Gruppe deutlich verkleinert, und in der Tip-Edge-Gruppe blieb die Neigung von OE/NSL stabil, die Neigungen von UE/NSL und FE/NSL verkleinerten sich geringer. Die Gruppenunterschiede waren signifikant (MW= -3,03° bzw. MW= -3,44° bzw. MW= -2,87°; $p < 0,001$). Der Kieferbasiswinkel (ML/NL) verkleinerte sich in der Tip-Edge-Gruppe und blieb in der Herbst-Gruppe unverändert. Der Gruppenunterschied war deutlich (MW= 1,21°; $p < 0,05$). Die Vergrößerung des Overjets war in der Tip-Edge-Gruppe geringer (MW= 5,52 mm; $p < 0,001$) als in der Herbst-Gruppe.

Beim Vergleich der **Herbst-Gruppen mittels partieller und totaler Verankerung** wurden die Neigungen aller drei Okklusionsebenen (OE/NSL, UE/NSL, FE/NSL) in der Herbst-Gruppe mittels totaler Verankerung deutlich verkleinert, und in der Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung blieb die Neigung von OE/NSL stabil, die Neigungen von UE/NSL und FE/NSL verkleinerten sich geringer. Die Gruppenunterschiede waren signifikant (MW= -2,38°; $p < 0,01$ bzw. MW= -3,00°; $p < 0,01$ bzw. MW= -1,87°; $p < 0,05$). Die Neigung der Maxilla zur Schädelbasis (NL/NSL) vergrößerte sich gering (ns) in der Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung und verkleinerte sich gering (ns) in der anderen Gruppe. Der Gruppenunterschied war deutlich (MW= -1,34°; $p < 0,05$). Die Vergrößerung des Overjets war in der Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung geringer (MW= 4,69 mm; $p < 0,001$) als in der anderen Herbst-Gruppe.

Vergleich der beiden Herbst-Gruppen während der Untersuchungszeiträume T2 - T3, T2 - T5 und T1 - T5 (Tabelle 18)

Beim Vergleich der Herbst-Gruppen mittels partieller und totaler Verankerung während des Untersuchungszeitraums **T2 - T3** wurden die Neigungen aller drei Okklusionsebenen (OE/NSL, UE/NSL, FE/NSL) in der Herbst-Gruppe mittels totaler Verankerung deutlich verkleinert, und in der Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung blieb die Neigung von OE/NSL stabil, die Neigungen von UE/NSL und FE/NSL verkleinerten sich geringer. Die Gruppenunterschiede waren signifikant (MW= -1,77° bzw. MW= -1,76° bzw. MW= -1,55°; $p < 0,05$). Die Vergrößerung des Overjets war in der Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung geringer (MW= 4,69 mm; $p < 0,001$) als in der anderen Herbst-Gruppe.

Beim Vergleich der Herbst-Gruppen mittels partieller und totaler Verankerung während des Untersuchungszeitraums **T2 - T5** wurde die Neigung der Oberkiefer-Okklusions-ebene (OE/NSL) in der Herbst-Gruppe mittels totaler Verankerung deutlicher verkleinert (MW= $-2,14^{\circ}$; $p < 0,05$). Die Vergrößerung des Overjets war in der Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung geringer (MW= 4,69 mm; $p < 0,001$) als in der anderen Herbst-Gruppe.

Beim Vergleich der Herbst-Gruppen mittels partieller und totaler Verankerung während des Untersuchungszeitraums **T1 - T5** lagen für keine der Variablen signifikante Gruppenunterschiede vor.

Tab. 12: Vergleich der Aktivator- (A), Tip-Edge- (TE), Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung (HP) und Herbst-Gruppe mittels totaler Verankerung (HT) zum Zeitpunkt **vor der Behandlung (T1)**

Variablen	A - TE			A - HP			A - HT		
	MW	t		MW	t		MW	t	
Okklusionsebenen									
OE/NSL (°)	- 2,47	- 2,26	*	- 2,78	- 2,47	*	0,51	0,41	ns
UE/NSL (°)	- 0,92	- 0,71	ns	- 0,50	- 0,32	ns	1,23	0,80	ns
FE/NSL (°)	- 0,38	- 0,35	ns	- 1,19	- 0,97	ns	0,77	0,64	ns
Kieferrelation									
ML/NSL (°)	- 0,66	- 0,49	ns	0,22	0,15	ns	- 0,44	- 0,30	ns
NL/NSL (°)	- 1,15	- 1,30	ns	- 0,45	- 0,50	ns	0,45	0,47	ns
ML/NL (°)	0,49	0,44	ns	0,66	0,51	ns	- 0,89	- 0,67	ns
Frontzahnrelation									
Overjet (mm)	2,25	3,77***		0,37	0,59	ns	- 1,20	- 1,78	ns
Overbite (mm)	- 0,90	- 2,02	*	- 1,54	- 2,78	**	- 0,63	- 1,03	ns

Variablen	TE - HP			TE - HT			HP - HT		
	MW	t		MW	t		MW	t	
Okklusionsebenen									
OE/NSL (°)	- 0,31	- 0,22	ns	2,98	1,91	ns	3,29	2,12	*
UE/NSL (°)	0,42	0,29	ns	2,15	1,53	ns	1,73	1,10	ns
FE/NSL (°)	- 0,81	- 0,69	ns	1,15	1,02	ns	1,96	1,94	ns
Kieferrelation									
ML/NSL (°)	0,88	0,54	ns	0,22	0,13	ns	- 0,66	- 0,40	ns
NL/NSL (°)	0,70	0,67	ns	1,60	1,43	ns	0,90	0,91	ns
ML/NL (°)	0,17	0,12	ns	- 1,38	- 0,95	ns	- 1,55	- 0,94	ns
Frontzahnrelation									
Overjet (mm)	- 1,88	- 2,70	*	- 3,45	- 4,57***		- 1,57	- 2,21	*
Overbite (mm)	- 0,64	- 1,15	ns	0,27	0,43	ns	0,91	1,16	ns

ns: nicht signifikant

*: $p < 0,05$

** : $p < 0,01$

***: $p < 0,001$

Tab. 13: Vergleich der Aktivator- (A), Tip-Edge- (TE), Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung (HP) und Herbst-Gruppe mittels totaler Verankerung (HT) zum Zeitpunkt **nach der Behandlung (T2)**

Variablen	A - TE			A - HP			A - HT		
	MW	t		MW	t		MW	t	
Okklusionsebenen									
OE/NSL (°)	- 1,11	- 0,89	ns	- 3,64	- 2,63	*	- 3,28	- 2,31	*
UE/NSL (°)	- 2,68	- 2,05	*	- 3,66	- 2,47	*	- 5,02	- 3,24	**
FE/NSL (°)	0,26	0,21	ns	- 3,72	- 2,70	**	- 3,65	- 2,53	*
Kieferrelation									
ML/NSL (°)	- 1,20	- 0,86	ns	0,47	0,30	ns	- 1,04	- 0,64	ns
NL/NSL (°)	- 0,55	- 0,61	ns	0,18	0,18	ns	- 0,17	- 0,17	ns
ML/NL (°)	- 0,65	- 0,56	ns	0,31	0,22	ns	- 0,87	- 0,65	ns
Frontzahnrelation									
Overjet (mm)	1,40	5,36	***	0,00	0,00	ns	5,10	10,24	***
Overbite (mm)	1,70	5,78	***	0,20	0,52	ns	1,56	4,20	***

Variablen	TE - HP			TE - HT			HP - HT		
	MW	t		MW	t		MW	t	
Okklusionsebenen									
OE/NSL (°)	- 2,53	- 1,71	ns	- 2,17	- 1,42	ns	0,36	0,23	ns
UE/NSL (°)	- 0,98	- 0,68	ns	- 2,34	- 1,52	ns	- 1,36	- 0,86	ns
FE/NSL (°)	- 3,98	- 3,00	**	- 3,91	- 2,75	**	0,07	0,05	ns
Kieferrelation									
ML/NSL (°)	1,67	1,03	ns	0,16	0,10	ns	- 1,51	- 0,88	ns
NL/NSL (°)	0,73	0,69	ns	0,38	0,34	ns	- 0,35	- 0,32	ns
ML/NL (°)	0,96	0,68	ns	- 0,22	- 0,16	ns	- 1,18	- 0,76	ns
Frontzahnrelation									
Overjet (mm)	- 1,40	- 4,33	***	3,70	7,55	***	5,10	7,33	***
Overbite (mm)	- 1,50	- 4,58	***	- 0,14	- 0,46	ns	1,36	3,32	**

ns: nicht signifikant

*: $p < 0,05$

**.: $p < 0,01$

***.: $p < 0,001$

Tab. 14: Vergleich der Tip-Edge- (TE), Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung (HP) und Herbst-Gruppe mittels totaler Verankerung (HT) zum Zeitpunkt **2 Jahre nach der Behandlung (T4)**

Variablen	TE - HP			TE - HT			HP - HT		
	MW	t		MW	t		MW	t	
Okklusionsebenen									
OE/NSL (°)	- 1,87	- 1,33	ns	0,86	0,58	ns	2,73	1,80	ns
UE/NSL (°)	- 0,54	- 0,34	ns	1,11	0,67	ns	1,65	0,96	ns
FE/NSL (°)	- 2,98	- 2,01	ns	- 1,04	- 0,70	ns	1,94	1,40	ns
Kieferrelation									
ML/NSL (°)	0,92	0,52	ns	- 0,35	- 0,19	ns	- 1,27	- 0,67	ns
NL/NSL (°)	0,09	0,08	ns	1,09	1,03	ns	1,00	0,87	ns
ML/NL (°)	0,84	0,52	ns	- 1,43	- 0,90	ns	- 2,27	- 1,31	ns
Frontzahnrelation									
Overjet (mm)	- 2,23	- 5,74***		- 1,82	- 5,60***		0,41	0,81	ns
Overbite (mm)	- 1,25	- 3,41 **		- 0,46	- 1,07	ns	0,79	1,37	ns

Tab. 15: Vergleich der Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung (HP) und Herbst-Gruppe mittels totaler Verankerung (HT) zum Zeitpunkt **0,5 Jahre (T3) und 4 Jahre (T5) nach der Behandlung**

Variablen	HP - HT T3			HP - HT T5		
	MW	t		MW	t	
Okklusionsebenen						
OE/NSL (°)	2,12	1,39	ns	2,50	1,44	ns
UE/NSL (°)	0,41	0,24	ns	0,81	0,45	ns
FE/NSL (°)	1,63	1,20	ns	1,46	1,00	ns
Kieferrelation						
ML/NSL (°)	- 1,00	- 0,58	ns	- 1,67	- 0,88	ns
NL/NSL (°)	0,43	0,42	ns	0,64	0,58	ns
ML/NL (°)	- 1,43	- 0,92	ns	- 2,32	- 1,31	ns
Frontzahnrelation						
Overjet (mm)	0,73	1,56	ns	- 0,12	- 0,25	ns
Overbite (mm)	1,16	2,20	*	0,90	1,36	ns

ns: nicht signifikant

*: p< 0,05

** : p< 0,01

***: p< 0,001

Tab. 16: Vergleich der Behandlungsgruppen: Aktivator- (A), Tip-Edge- (TE), Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung (HP) und Herbst-Gruppe mittels totaler Verankerung (HT) während des **Behandlungszeitraums T1 - T2** (T1= vor der Behandlung, T2= nach der Behandlung).

Variablen	A - TE			A - HP			A - HT		
	MW	t		MW	t		MW	t	
Okklusionsebenen									
OE/NSL (°)	- 1,36	- 1,49	ns	0,86	1,07	ns	3,78	4,37	***
UE/NSL (°)	1,76	2,06	*	3,16	3,57	***	6,25	6,23	***
FE/NSL (°)	- 0,64	- 0,71	ns	2,53	2,50	*	4,42	4,15	***
Kieferrelation									
ML/NSL (°)	0,54	0,98	ns	- 0,26	-0,47	ns	0,60	1,01	ns
NL/NSL (°)	- 0,67	- 1,81	ns	- 0,67	-1,57	ns	0,56	1,33	ns
ML/NL (°)	1,14	2,39	*	0,35	0,68	ns	- 0,02	-0,04	ns
Frontzahnrelation									
Overjet (mm)	0,85	1,38	ns	0,38	0,59	ns	- 6,30	-7,08	***
Overbite (mm)	- 2,60	- 5,72	***	- 1,74	-3,54	***	- 2,19	-3,67	***

Variablen	TE - HP			TE - HT			HP - HT		
	MW	t		MW	t		MW	t	
Okklusionsebenen									
OE/NSL (°)	2,22	2,01	ns	5,14	4,41	***	2,92	3,76	***
UE/NSL (°)	1,40	1,49	ns	4,49	4,12	***	3,09	3,05	**
FE/NSL (°)	3,17	4,06	***	5,06	5,82	***	1,89	2,54	*
Kieferrelation									
ML/NSL (°)	- 0,80	- 1,30	ns	0,06	0,09	ns	0,86	1,60	ns
NL/NSL (°)	0,00	0,00	ns	1,23	3,08	**	1,23	3,08	**
ML/NL (°)	- 0,79	- 1,44	ns	- 1,16	- 2,05	*	- 0,37	- 0,70	ns
Frontzahnrelation									
Overjet (mm)	- 0,47	- 0,65	ns	- 7,15	- 7,02	***	- 6,68	- 5,99	***
Overbite (mm)	0,86	1,76	ns	0,41	0,65	ns	- 0,45	- 0,68	ns

ns: nicht signifikant

*: $p < 0,05$

** : $p < 0,01$

***: $p < 0,001$

Tab. 17: Vergleich der Behandlungsgruppen: Tip-Edge- (TE), Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung (HP) und Herbst-Gruppe mittels totaler Verankerung (HT) **während des Untersuchungszeitraums T2 - T4** (T2= nach der Behandlung, T4= 2 Jahre nach der Behandlung).

Variablen	TE - HP			TE - HT			HP - HT		
	MW	t		MW	t		MW	t	
Okklusionsebenen									
OE/NSL (°)	- 0,65	- 0,99	ns	- 3,03	- 4,61***		- 2,38	- 2,96	**
UE/NSL (°)	- 0,44	- 0,56	ns	- 3,44	- 3,97***		- 3,00	- 3,10	**
FE/NSL (°)	- 1,00	- 1,41	ns	- 2,87	- 4,31***		- 1,87	- 2,34	*
Kieferrelation									
ML/NSL (°)	0,74	1,51	ns	0,49	0,96	ns	- 0,25	- 0,42	ns
NL/NSL (°)	0,62	1,12	ns	- 0,72	- 1,57	ns	- 1,34	- 2,23	*
ML/NL (°)	0,12	0,25	ns	1,21	2,22	*	1,09	1,94	ns
Frontzahnrelation									
Overjet (mm)	0,83	2,21	*	5,52	7,97 ***		4,69	5,40 ***	
Overbite (mm)	- 0,25	- 0,78	ns	0,32	0,82	ns	0,57	1,28	ns

Tab. 18: Vergleich der Behandlungsgruppen: Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung (HP) und Herbst-Gruppe mittels totaler Verankerung (HT) **während der Untersuchungszeiträume T2 - T3, T2 - T5 und T1 - T5** (T1= vor der Behandlung, T2= nach der Behandlung, T3= 0,5 Jahre nach der Behandlung, T5= 4 Jahre nach der Behandlung).

Variablen	HP - HT T2 - T3			HP - HT T2 - T5			HP - HT T1 - T5		
	MW	t		MW	t		MW	t	
Okklusionsebenen									
OE/NSL (°)	- 1,77	- 2,55	*	- 2,14	- 2,11	*	0,79	1,10	ns
UE/NSL (°)	- 1,76	- 2,11	*	- 2,16	- 1,76	ns	0,93	1,07	ns
FE/NSL (°)	- 1,55	- 2,07	*	- 1,39	- 1,50	ns	0,50	0,62	ns
Kieferrelation									
ML/NSL (°)	- 0,52	- 1,09	ns	0,16	0,21	ns	1,02	1,45	ns
NL/NSL (°)	- 0,77	- 1,72	ns	- 0,98	- 1,74	ns	0,25	0,54	ns
ML/NL (°)	0,25	0,75	ns	1,14	1,69	ns	0,76	1,05	ns
Frontzahnrelation									
Overjet (mm)	4,37	4,98	***	5,24	6,11***		- 1,45	- 1,95	ns
Overbite (mm)	0,20	0,60	ns	0,47	0,87	ns	0,02	0,04	ns

ns: nicht signifikant

*: p< 0,05

**: p< 0,01

***: p< 0,001

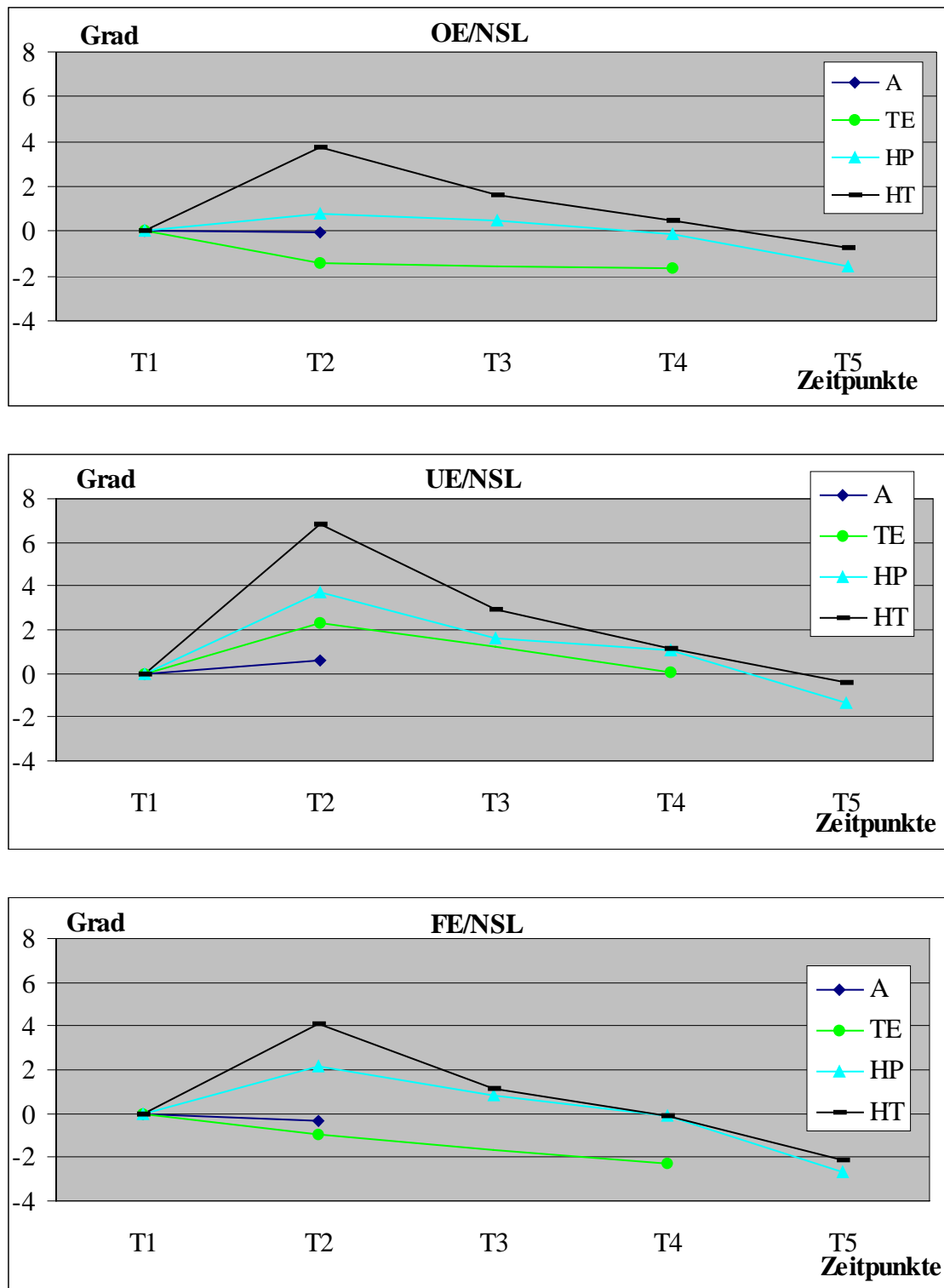


Abb. 28: Durchschnittliche Veränderungen (Grad) der Neigungen der Okklusionsebenen ausgehend vom Zeitpunkt T1 (Nullpunkt) zu den Zeitpunkten T2, T3, T4 und T5 bei der Aktivator-Gruppe (A), der Tip-Edge-Gruppe (TE), der Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung (HP) und der Herbst-Gruppe mittels totaler Verankerung (HT)

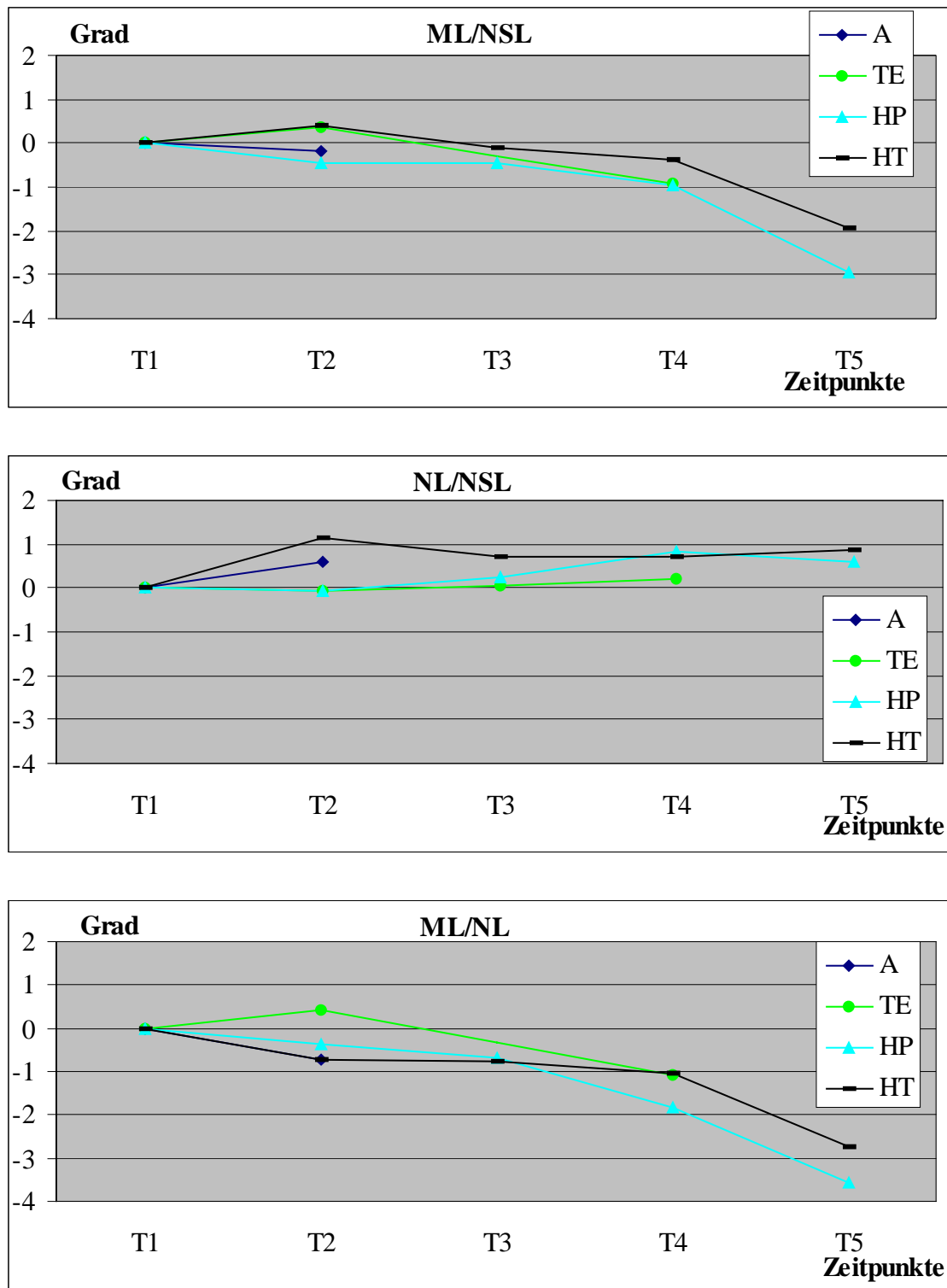


Abb. 29: Durchschnittliche Veränderungen (Grad) der Inklination der Kieferrelation ausgehend vom Zeitpunkt T1 (Nullpunkt) zu den Zeitpunkten T2, T3, T4 und T5 bei der Aktivator-Gruppe (A), der Tip-Edge-Gruppe (TE), der Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung (HP) und der Herbst-Gruppe mittels totaler Verankerung (HT)

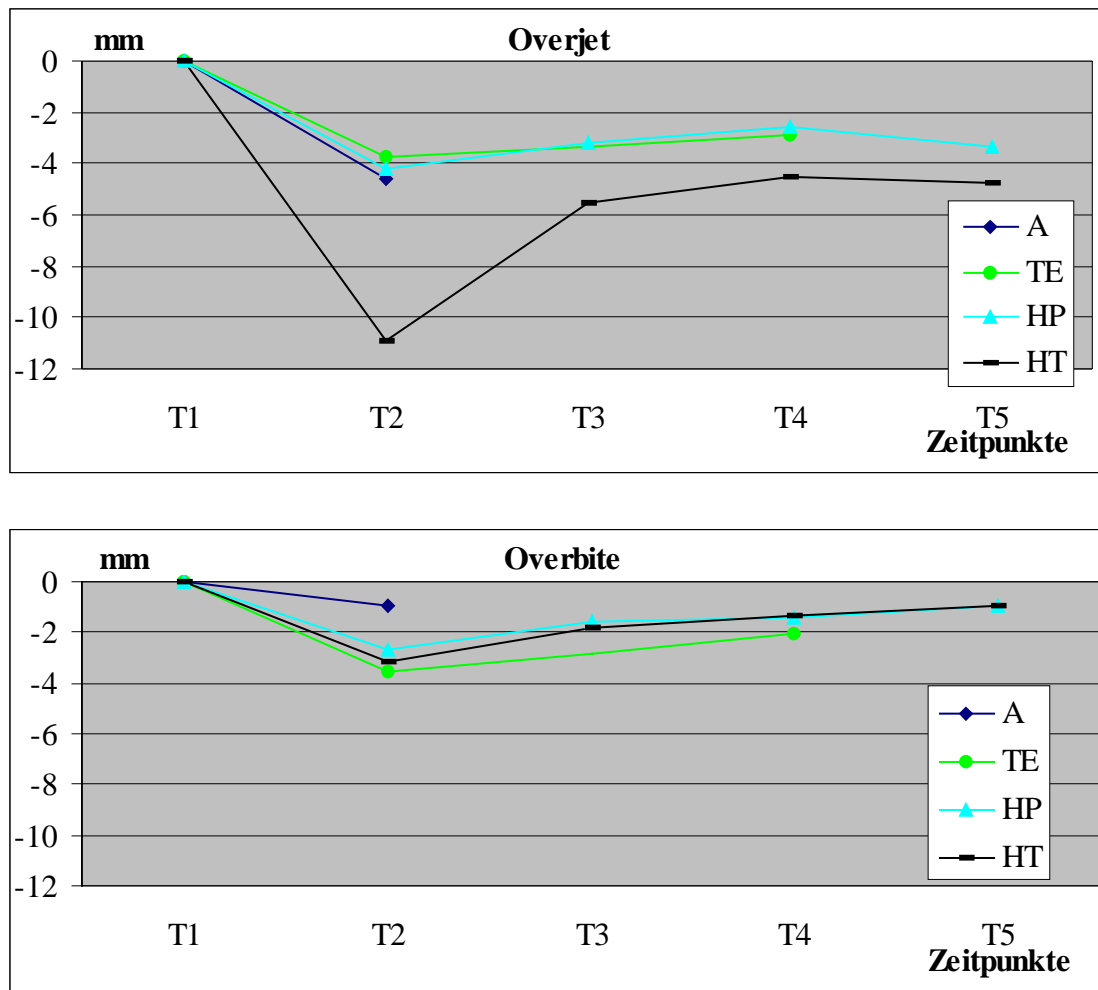


Abb. 30: Durchschnittliche Veränderungen (mm) der Strecken der Frontzahnrelation ausgehend vom Zeitpunkt T1 (Nullpunkt) zu den Zeitpunkten T2, T3, T4 und T5 bei der Aktivator-Gruppe (A), der Tip-Edge-Gruppe (TE), der Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung (HP) und der Herbst-Gruppe mittels totaler Verankerung (HT)

6.6 Korrelationsermittlungen

Die Zusammenhänge zwischen den Veränderungen der Neigungen der drei Okklusionsebenen (OE/NSL, UE/NSL und FE/NSL) und den Veränderungen der Neigungen der vertikalen Kieferrelation (ML/NSL, NL/NSL und ML/NL) sowie den Veränderungen des Overjets und des Overbites während und nach der kieferorthopädischen Behandlung mit den vier Behandlungsmethoden sind in den Tabellen 19 - 22 dargestellt. Im folgenden wurden nur die signifikant mäßigen bis starken Korrelationen angesprochen, bei welchen auch signifikante Veränderungen der Neigungen der drei Okklusionsebenen, sowie der anderen Untersuchungsvariablen (Kieferrelation, Frontzahnrelation) vorlagen.

Aktivator-Gruppe (Tabelle 19, Seite 76)

Untersuchungszeitraum T1 - T2

Die ermittelten Korrelationswerte basierten auf nicht signifikante Veränderungen der Neigungen aller drei Okklusionsebenen (OE/NSL, UE/NSL, FE/NSL) (Tabelle 5, Seite 34).

Tip-Edge-Gruppe (Tabelle 20, Seite 77)

Untersuchungszeitraum T1 - T2

Die ermittelten Korrelationswerte basierten entweder auf den nicht signifikanten Veränderungen der Neigungen der Oberkiefer- (OE/NSL) und der funktionellen (FE/NSL) Okklusionsebene oder auf den nicht signifikanten Veränderungen der Inklination der Kieferrelation (ML/NSL, NL/NSL, ML/NL) (Tabelle 7, Seite 40).

Untersuchungszeitraum T2 - T4

Bei einer Verkleinerung der Neigungen der Unterkiefer- (UE/NSL) und der funktionellen (FE/NSL) Okklusionsebene lag auch eine Verkleinerung des Mandibularbasiswinkels (ML/NSL) vor ($r = 0,83$ bzw. $r = 0,76$; $p < 0,001$). Weiterhin lag bei einer Verkleinerung der Neigung von UE/NSL eine Vergrößerung des Overbites vor ($r = -0,49$; $p < 0,05$).

Die anderen ermittelten Korrelationswerte basierten entweder auf der nicht signifikanten Veränderung der Neigung der Oberkiefer-Okklusionsebene (OE/NSL) oder auf der nicht signifikanten Veränderung der Inklination der Maxilla zur Schädelbasis (NL/NSL) (Tabelle 7, Seite 40).

Untersuchungszeitraum T1 - T4

Bei einer Verkleinerung der Neigungen der Oberkiefer- (OE/NSL) und der funktionellen (FE/NSL) Okklusionsebene lag auch eine Verkleinerung des Kieferbasiswinkels (ML/NL) vor ($r = 0,48$ bzw. $r = 0,44$; $p < 0,05$).

Die anderen ermittelten Korrelationswerte basierten entweder auf der nicht signifikanten Veränderung der Neigung der Unterkiefer-Okklusionsebene (UE/NSL) oder auf der nicht signifikanten Veränderung des Mandibularbasiswinkels (ML/NSL) (Tabelle 7, Seite 40).

Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung (Tabelle 21, Seite 78)

Untersuchungszeitraum T1 - T2

Bei einer Vergrößerung der Neigung der Unterkiefer-Okklusionsebene (UE/NSL) lag eine Verkleinerung des Overbites vor ($r = -0,56$; $p < 0,05$).

Die anderen ermittelten Korrelationswerte basierten auf der nicht signifikanten Veränderung der Neigung der Oberkiefer-Okklusionsebene (OE/NSL) (Tabelle 9, Seite 47).

Untersuchungszeitraum T2 - T3

Bei einer Verkleinerung der funktionellen Okklusionsebene (FE/NSL) lag eine Vergrößerung des Overjets vor ($r = -0,62$; $p < 0,05$).

Die anderen ermittelten Korrelationswerte basierten entweder auf der nicht signifikanten Veränderung der Neigung der Oberkiefer-Okklusionsebene (OE/NSL) oder auf den nicht signifikanten Veränderungen des Mandibularbasiswinkels (ML/NSL) und des Kieferbasiswinkels (NL/NSL) (Tabelle 9, Seite 47).

Untersuchungszeitraum T2 - T4

Bei einer Verkleinerung der Neigung der Unterkiefer-Okklusionsebene (UE/NSL) lagen Vergrößerungen des Overjets ($r = -0,68$; $p < 0,01$) und Overbites ($r = -0,60$; $p < 0,05$) vor.

Die anderen ermittelten Korrelationswerte basierten entweder auf der nicht signifikanten Veränderung der Neigung der Oberkiefer-Okklusionsebene (OE/NSL) oder auf der nicht signifikanten Veränderung des Mandibularbasiswinkels (ML/NSL) (Tabelle 9, Seite 47).

Untersuchungszeitraum T2 - T5

Bei einer Verkleinerung der Neigungen der Ober- (OE/NSL) und der Unterkiefer- (UE/NSL) Okklusionsebene lag auch eine Verkleinerung des Mandibularbasiswinkels

(ML/NSL) vor ($r = 0,67$ bzw. $r = 0,69$; $p < 0,01$). Weiterhin lag bei einer Verkleinerung der Neigung von UE/NSL eine Vergrößerung des Overbites vor ($r = -0,68$; $p < 0,01$).

Die anderen ermittelten Korrelationswerte basierten auf der nicht signifikanten Veränderung der Inklination der Maxilla zur Schädelbasis (NL/NSL) (Tabelle 9, Seite 47).

Untersuchungszeitraum T1 - T5

Die ermittelten Korrelationswerte basierten entweder auf der nicht signifikanten Veränderung der Neigung der Unterkiefer-Okklusionsebene (UE/NSL) oder auf der nicht signifikanten Veränderung der Inklination der Maxilla zur Schädelbasis (NL/NSL) (Tabelle 9, Seite 47).

Herbst-Gruppe mittels totaler Verankerung (Tabelle 22, Seite 79)

Untersuchungszeitraum T1 - T2

Bei einer Vergrößerung der Neigung der Oberkiefer-Okklusionsebene (OE/NSL) lag eine Verkleinerung des Overjets vor ($r = -0,61$; $p < 0,05$). Weiterhin lagen bei den Vergrößerungen der Neigungen der Unterkiefer- (UE/NSL) und der funktionellen (FE/NSL) Okklusionsebene eine Verkleinerung des Overbites vor ($r = -0,57$; $p < 0,05$ bzw. $r = -0,77$; $p < 0,01$).

Die anderen ermittelten Korrelationswerte basierten auf den nicht signifikanten Veränderungen des Mandibularbasiswinkels (ML/NSL) und des Kieferbasiswinkels (NL/NSL) (Tabelle 11, Seite 54).

Untersuchungszeitraum T2 - T3

Bei den Verkleinerungen der Neigungen der Ober- (OE/NSL) und der Unterkiefer- (UE/NSL) Okklusionsebene lag eine Vergrößerung des Overjets vor ($r = -0,65$; $p < 0,05$ bzw. $r = -0,73$; $p < 0,01$). Weiterhin lag bei der Verkleinerung der Neigung von UE/NSL eine Vergrößerung des Overbites vor ($r = -0,58$; $p < 0,05$).

Die anderen ermittelten Korrelationswerte basierten auf der nicht signifikanten Veränderung der Inklination der Maxilla zur Schädelbasis (NL/NSL) (Tabelle 11, Seite 54).

Untersuchungszeitraum T2 - T4

Bei einer Verkleinerung der Neigung der Oberkiefer-Okklusionsebene (OE/NSL) lag eine Vergrößerung des Overjets vor ($r = -0,79$; $p < 0,001$). Außerdem lag bei einer Verkleinerung der Neigung der Unterkiefer-Okklusionsebene (UE/NSL) eine Vergrößerung des Overbites vor ($r = -0,63$; $p < 0,05$).

Die anderen ermittelten Korrelationswerte basierten auf der nicht signifikanten Veränderung des Mandibularbasiswinkels (ML/NSL) (Tabelle 11, Seite 54).

Untersuchungszeitraum T2 - T5

Bei einer Verkleinerung der Neigung der Oberkiefer-Okklusionsebene (OE/NSL) lag eine Vergrößerung des Overjets vor ($r = -0,71$; $p < 0,01$). Außerdem lag bei einer Verkleinerung der Neigung der Unterkiefer-Okklusionsebene (UE/NSL) eine Vergrößerung des Overbites vor ($r = -0,60$; $p < 0,05$). Zudem lag bei einer Verkleinerung der Neigung der funktionellen Okklusionsebene (FE/NSL) auch eine Verkleinerung des Mandibularbasiswinkels (ML/NSL) vor ($r = 0,62$; $p < 0,05$).

Untersuchungszeitraum T1 - T5

Bei einer Verkleinerung der Neigung der funktionellen Okklusionsebene (FE/NSL) lagen auch Verkleinerungen des Mandibularbasiswinkels (ML/NSL) ($r = 0,63$; $p < 0,05$) und des Kieferbasiswinkels (ML/NL) ($r = 0,57$; $p < 0,05$) vor.

Die anderen ermittelten Korrelationswerte basierten entweder auf den nicht signifikanten Veränderungen der Neigungen der Ober- (OE/NSL) und Unterkiefer- (UE/NSL) Okklusionsebene oder auf der nicht signifikanten Veränderung des Overbites (Tabelle 11, Seite 54).

Tab. 19: Zusammenhang (r-Wert) zwischen den Veränderungen der Neigungen der drei Okklusionsebenen (OE/NSL, UE/NSL, FE/NSL), den Veränderungen der Inklination der vertikalen Kieferrelation (ML/NSL, NL/NSL, ML/NL) und den Veränderungen des Overjets und des Overbites während der kieferorthopädischen Behandlung (T1 - T2) mit dem Aktivator (A).

Variablen Veränderungen A	OE/NSL	T1 - T2 UE/NSL	FE/NSL
Kieferrelation			
ML/NSL (°)	0,36 *	0,66 ***	0,33 ns
NL/NSL (°)	0,22 ns	0,30 ns	0,26 ns
ML/NL (°)	0,19 ns	0,43 *	0,15 ns
Frontzahnrelation			
Overjet (mm)	- 0,26 ns	- 0,38 *	- 0,14 ns
Overbite (mm)	0,24 ns	- 0,60 ***	- 0,46 **

ns: nicht signifikant

*: $p < 0,05$

**: $p < 0,01$

***: $p < 0,001$

Tab. 20: Zusammenhang (r-Wert) zwischen den Veränderungen der Neigungen der drei Okklusionsebenen (OE/NSL, UE/NSL, FE/NSL), den Veränderungen der Inklination der vertikalen Kieferrelation (ML/NSL, NL/NSL, ML/NL) und den Veränderungen des Overjets und des Overbites während (**T1- T2**) und nach (**T2 - T4, T1 - T4**) der kieferorthopädischen Behandlung mit der Tip-Edge-Apparatur (**TE**).

Variablen Veränderungen TE	T1 - T2			T2 - T4		
	OE/NSL	UE/NSL	FE/NSL	OE/NSL	UE/NSL	FE/NSL
Kieferrelation						
ML/NSL (°)	0,58 **	0,75 ***	0,62 **	0,59 **	0,83 ***	0,76 ***
NL/NSL (°)	0,19 ns	0,44 *	0,37 ns	0,72 ***	0,49 *	0,53 **
ML/NL (°)	0,57 **	0,58 **	0,48 *	-0,14 ns	0,30 ns	0,20 ns
Frontzahnrelation						
Overjet (mm)	-0,31 ns	-0,14 ns	-0,26 ns	-0,10 ns	-0,39 ns	-0,13 ns
Overbite (mm)	0,38 ns	-0,26 ns	0,05 ns	0,03 ns	-0,49 *	-0,08 ns

Variablen Veränderungen TE	T1 - T4		
	OE/NSL	UE/NSL	FE/NSL
Kieferrelation			
ML/NSL (°)	0,56 **	0,77 ***	0,52 *
NL/NSL (°)	0,08 ns	0,06 ns	0,09 ns
ML/NL (°)	0,48 *	0,69 ***	0,44 *
Frontzahnrelation			
Overjet (mm)	-0,36 ns	-0,15 ns	-0,18 ns
Overbite (mm)	0,30 ns	-0,21 ns	0,04 ns

ns: nicht signifikant

*: $p < 0,05$

**: $p < 0,01$

***: $p < 0,001$

Tab. 21: Zusammenhang (r-Wert) zwischen den Veränderungen der Neigungen der drei Okklusionsebenen (OE/NSL, UE/NSL, FE/NSL), den Veränderungen der Inklination der vertikalen Kieferrelation (ML/NSL, NL/NSL, ML/NL) und den Veränderungen des Overjets und des Overbites während (**T1 - T2**) und nach (**T2 - T3, T2 - T4, T2 - T5, T1 - T5**) der kieferorthopädischen Behandlung mit der Herbst-Apparatur mittels partieller Verankerung (**HP**)

Variablen Veränderungen HP	T1 - T2			T2 - T3		
	OE/NSL	UE/NSL	FE/NSL	OE/NSL	UE/NSL	FE/NSL
Kieferrelation						
ML/NSL (°)	0,54 *	0,18 ns	0,20 ns	0,86 ***	0,87 ***	0,59 *
NL/NSL (°)	0,61 *	0,36 ns	0,13 ns	0,69 **	0,74 **	0,56 *
ML/NL (°)	-0,07 ns	-0,14 ns	0,05 ns	0,53 ns	0,44 ns	0,21 ns
Frontzahnrelation						
Overjet (mm)	-0,21 ns	-0,22 ns	-0,23 ns	-0,32 ns	-0,35 ns	-0,62 *
Overbite (mm)	0,20 ns	-0,56 *	-0,25 ns	-0,03 ns	-0,30 ns	-0,29 ns

Variablen Veränderungen HP	T2 - T4			T2 - T5		
	OE/NSL	UE/NSL	FE/NSL	OE/NSL	UE/NSL	FE/NSL
Kieferrelation						
ML/NSL (°)	0,64 *	0,68 **	0,51 ns	0,67 **	0,69 **	0,53 ns
NL/NSL (°)	0,53 ns	0,38 ns	0,44 ns	0,65 *	0,60 *	0,51 ns
ML/NL (°)	-0,03 ns	0,28 ns	-0,05 ns	0,36 ns	0,43 ns	0,29 ns
Frontzahnrelation						
Overjet (mm)	-0,52 ns	-0,68 **	-0,38 ns	-0,39 ns	-0,53 ns	-0,44 ns
Overbite (mm)	-0,02 ns	-0,60 *	-0,27 ns	-0,47 ns	-0,68 **	-0,48 ns

Variablen Veränderungen HP	T1 - T5		
	OE/NSL	UE/NSL	FE/NSL
Kieferrelation			
ML/NSL (°)	0,22 ns	0,43 ns	0,23 ns
NL/NSL (°)	0,60 *	0,64 *	0,37 ns
ML/NL (°)	-0,19 ns	0,00 ns	-0,02 ns
Frontzahnrelation			
Overjet (mm)	-0,38 ns	-0,46 ns	0,08 ns
Overbite (mm)	-0,17 ns	-0,68 **	-0,28 ns

ns: nicht signifikant

*: $p < 0,05$

** : $p < 0,01$

***: $p < 0,001$

Tab. 22: Zusammenhang (r-Wert) zwischen den Veränderungen der Neigungen der drei Okklusionsebenen (OE/NSL, UE/NSL, FE/NSL), den Veränderungen der Inklination der vertikalen Kieferrelation (ML/NSL, NL/NSL, ML/NL) und den Veränderungen des Overjets und des Overbites während (T1 - T2) und nach (T2 - T3, T2 - T4, T2 - T5, T1 - T5) der kieferorthopädischen Behandlung mit der Herbst-Apparatur mittels totaler Verankerung (HT).

Variablen Veränderungen HT	T1 - T2			T2 - T3		
	OE/NSL	UE/NSL	FE/NSL	OE/NSL	UE/NSL	FE/NSL
Kieferrelation						
ML/NSL (°)	0,00 ns	0,72 **	0,68 **	0,57 *	0,52 ns	0,51 ns
NL/NSL (°)	0,05 ns	0,27 ns	0,44 ns	0,58 *	0,50 ns	0,65 *
ML/NL (°)	-0,05 ns	0,61 *	0,45 ns	-0,04 ns	-0,01 ns	-0,18 ns
Frontzahnrelation						
Overjet (mm)	-0,61 *	-0,24 ns	-0,12 ns	-0,65 *	-0,73 **	-0,32 ns
Overbite (mm)	0,31 ns	-0,57 *	-0,77 **	-0,45 ns	-0,58 *	-0,41 ns

Variablen Veränderungen HT	T2 - T4			T2 - T5		
	OE/NSL	UE/NSL	FE/NSL	OE/NSL	UE/NSL	FE/NSL
Kieferrelation						
ML/NSL (°)	0,26 ns	0,55 *	0,63 *	-0,05 ns	0,51 ns	0,62 *
NL/NSL (°)	0,35 ns	0,35 ns	0,36 ns	0,31 ns	0,29 ns	0,19 ns
ML/NL (°)	0,00 ns	0,28 ns	0,36 ns	-0,27 ns	0,19 ns	0,35 ns
Frontzahnrelation						
Overjet (mm)	-0,79 ***	-0,47 ns	-0,17 ns	-0,71 **	-0,27 ns	0,01 ns
Overbite (mm)	0,19 ns	-0,63 *	-0,35 ns	0,51 ns	-0,60 *	-0,38 ns

Variablen Veränderungen HT	T1 - T5		
	OE/NSL	UE/NSL	FE/NSL
Kieferrelation			
ML/NSL (°)	0,47 ns	0,50 ns	0,63 *
NL/NSL (°)	0,14 ns	0,04 ns	0,01 ns
ML/NL (°)	0,33 ns	0,43 ns	0,57 *
Frontzahnrelation			
Overjet (mm)	0,36 ns	0,36 ns	0,41 ns
Overbite (mm)	0,50 ns	-0,72 **	-0,55 *

ns: nicht signifikant

*: p< 0,05

**: p< 0,01

***: p< 0,001

7 Diskussion

Probandengut und Material

Da in den vier Behandlungsgruppen verschiedene Zeitpunkte des Behandlungsbeginns und verschiedene Zeiträume der Behandlungsdauer vorlagen, konnten keine direkten Vergleiche zwischen den Behandlungsmethoden vorgenommen werden. Das liegt daran, daß der Aktivator als herausnehmbare Apparatur vorwiegend im Wechselgebiß und mit einer längeren Behandlungszeit eingesetzt wird, während die Tip-Edge- und Herbst-Apparaturen als festsitzende Apparaturen meistens im bleibenden Gebiß und für eine kürzere Zeit benutzt werden.

Als Nachteil für die Aktivator-Gruppe stellte sich heraus, daß keine FRS nach abgeschlossener kieferorthopädischer Behandlung bei einer Kontroll-Untersuchung vorlagen, so daß keine Aussagen über das Langzeitergebnis der Behandlung gemacht werden konnte. Es konnte außerdem bei der Bewertung des Langzeitergebnisses in der Tip-Edge- und den beiden Herbst-Gruppen nicht berücksichtigt werden, daß Retentionsgeräte von allen Probanden in den ersten zwei Jahren nach erfolgter Behandlung getragen wurden. Weiterhin wiesen die beiden Herbst-Gruppen als Nachteil eine kleine Anzahl von weiblichen Probanden auf, wodurch keine Unterscheidung nach Geschlecht vorgenommen werden konnte.

Durch die unbehandelte Bolton-Kontrollgruppe (Broadbent et al., 1975) konnten alters- und wachstumsbedingte Effekte auf die Okklusionsebenen berücksichtigt werden. Es ist jedoch zu beachten, daß die Probanden der Kontrollgruppe eugnathe Gebißverhältnisse hatten und deshalb eventuell ein anderes Wachstumsmuster aufwiesen, als die dysgnathen Probanden der Behandlungsgruppen. Ideal wäre gewesen, wenn unbehandelte

Probanden mit der gleichen Dysgnathie wie die der behandelten Probanden als Vergleichsgruppe zur Verfügung gestanden hätten. Solche Probanden sind aber schwierig bzw. unmöglich zu finden. Jedoch stellten Buschang et al. (1986 und 1988) und Bishara et al. (1997) fest, daß nur ein kleiner Unterschied im Wachstumsmuster bei eugnathen und Angle-Klasse II : 1 Patienten bestand.

Methode

Bei der Auswertung der FRS wurden die unterschiedlichen Vergrößerungsfaktoren, die durch die verschiedenen Röntgenverfahren der Universitäten in Malmö und Gießen zustande kamen, nicht berücksichtigt. Auch der Vergrößerungsgrad von den Tracings der Bolton-Kontrollgruppe wurde den Behandlungsgruppen nicht angepaßt. Da Winkelmessungen durch unterschiedliche Bildergröße nicht beeinflußt werden, wurden auch nicht die Ergebnisse der verwendeten sechs Winkelmessungen „gefälscht“. Ausschließlich die Streckenmessungen des Overjets und des Overbites waren dadurch betroffen. Diese "Fälschung" hatte aber bei dieser Untersuchung nur untergeordnete Bedeutung: Wurde z. B. bei einem Probanden der Aktivator-Gruppe eine Overjet-Veränderung von 5 mm gemessen, so bedeutete dies bei einem Vergrößerungsfaktor von 7% in Malmö und von 10,7% in Gießen ein Streckenunterschied von nur 0,16 mm. Dieser Wert relativiert sich zusätzlich im Vergleich zu der vorliegenden Meßgenauigkeit von 0,5 mm.

Um aber den Methodenfehler bei den Durchzeichnungen der FRS klein zu halten, wurden alle Bilder von einer Person (Autorin der Arbeit) durchgeführt, und die verwendeten Referenzpunkte bezogen sich auf eindeutige anatomische Strukturen. Um außerdem gute Vergleichsmöglichkeiten mit anderen Untersuchungen zu haben, wurden aus-

schließlich Variablen verwendet, die regelmäßig bei kephalometrischen Studien zur Anwendung kommen.

Ergebnisse

Aktivator-Gruppe

Durch die Behandlung mittels Aktivator wurde keine der drei Okklusionsebenen signifikant verändert (durchschnittlich weniger als $\pm 1^\circ$). Dies ist in Übereinstimmung mit Andersson und Ahlgren (1977), die eine unveränderte Downs-Okklusionsebene (durchschnittliche Vergrößerung $0,3^\circ$) bei der Aktivator-Behandlung feststellten. Im Vergleich mit der Bolton-Kontrollgruppe ergab sich, daß die Veränderungen der Neigungen der Okklusionsebenen gleichermaßen waren und somit dem normalen Wachstumsprozeß unterlagen (Ausnahme: UE/NSL).

Die Ergebnisse dieser Untersuchung stehen jedoch im Widerspruch zu denen von Demisch (1978), Öztürk und Tankuter (1994) und Cura et al. (1996), die feststellten, daß sich der Neigungswinkel der Downs- bzw. der Oberkiefer-Okklusionsebene während der Aktivator-Behandlung vergrößerte (durchschnittlich $2 - 3^\circ$). Auch Luder (1982) beschrieb eine Rotation der "funktionellen" Okklusionsebene (= Linie zwischen den okklusalen Kontakten der oberen und unteren Molaren bzw. Eckzähnen) im Uhrzeigersinn. Die widersprüchlichen Ergebnisse der verschiedenen Untersuchungen könnten durch unterschiedliche Bißsperrn und Einschleifmaßnahmen der verwendeten Aktivatoren erklärt werden.

Während der Behandlungsphase mittels Aktivator blieb der Mandibularbasiswinkel (ML/NSL) als Durchschnittswert unverändert. Auch Andersson und Ahlgren (1977),

Demisch (1978), Öztürk und Tankuter (1994) und Cura et al. (1996) kamen zu dem Ergebnis, daß die Neigung von ML/NSL während der Behandlung stabil bleibt. Dagegen beschrieben Riolo et al. (1974) sowie Bhatia und Leighton (1993), daß die Neigung von ML/NSL eine leichte Verkleinerungstendenz im Laufe der Wachstumsentwicklung ohne kieferorthopädische Beeinflussung hat.

Die Inklination der Maxilla zur Schädelbasis (NL/NSL) vergrößerte sich in dieser und auch in der Untersuchung von Demisch (1978). Ebenso beobachtete Riolo et al. (1974) eine konstante Vergrößerung die Neigung von NL/NSL während des normalen Wachstums. Dagegen blieb dieser Winkel in den Untersuchungen von Andersson und Ahlgren (1977), Öztürk und Tankuter (1994) und Cura et al. (1996) während der Aktivator-Behandlung stabil.

Der Kieferbasiswinkel (ML/NL) verkleinerte sich in der Behandlungsphase, welches allerdings im zweiten Lebensjahrzehnt auch ohne Behandlung nach Riolo et al. (1974) und Bhatia und Leighton (1993) erfolgt. Auch Demisch (1978) beobachtete eine leichte Verkleinerung des Winkels ML/NL. Andersson und Ahlgren (1977) und Cura et al. (1996) kamen aber zu dem Ergebnis, daß die Neigung von ML/NL während der Aktivator-Behandlung stabil bleibt.

Der Overjet und der Overbite wurden wie z.B. in den Untersuchungen von Luder (1982) und Cura et al. (1996) durch die Behandlung reduziert.

Die ermittelten Korrelationswerte basierten auf nicht signifikante Veränderungen der Neigungen aller drei Okklusionsebenen (OE/NSL, UE/NSL, FE/NSL) und sind somit für eine Aussage weniger sinnvoll.

Tip-Edge-Gruppe

Durch die Tip-Edge-Apparatur veränderten sich die Neigungen der drei Okklusionsebenen während und nach der Behandlung unterschiedlich. Die Neigung der Oberkiefer-Okklusionsebene (OE/NSL) verblieb während und nach der Behandlung relativ stabil, die Neigung der Unterkiefer-Okklusionsebene (UE/NSL) vergrößerte sich während der Behandlung, um sich dann wieder auf den Ursprungswert zu verkleinern. Die Neigung der funktionellen Okklusionsebene (FE/NSL) verblieb unverändert während der Behandlung, danach verkleinerte sie sich. In den Studien von Ward (1994) und von Miyazaki et al. (1995) bei der Edgewise-Technik und von Kondo (1998) bei der Begg-Technik verkleinerte sich dagegen die Neigung von FE/NSL während der Behandlung. Nach der Behandlung wurde von Suzumura et al. (1989) bei der Edgewise-Technik und von Kondo (1998) bei der Begg-Technik eine Verkleinerung der Neigung von FE/NSL festgestellt, wogegen bei der Untersuchung von Miyazaki et al. (1995) der Winkel FE/NSL stabil blieb.

Die unterschiedlichen Veränderungen der drei Okklusionsebenen können durch die vertikalen Zahnbewegungen der Tip-Edge-Apparatur erklärt werden: Während der Behandlung werden die oberen Molaren in der vertikalen Ebene gehalten, die unteren Molaren extrudiert und die oberen und unteren Incisivi intrudiert (Williams, 1970; Kesling, 1977; Thompson, 1979). Nach erfolgter Behandlung rezidivieren die Zahnbewegungen zum Teil und beeinflussen dementsprechend auch die Neigungen der Okklusionsebenen. Dazu kommen die normalen Wachstumsveränderungen, die auch zu einer Verkleinerung der Neigung der drei Okklusionsebenen führen (Riolo et al., 1974; Bhatia und Leighton, 1993).

Die drei Kieferrelationswinkel veränderten sich während der Behandlung kaum. Dies ist in Übereinstimmung mit den Studien von Miyazaki et al. (1995) bei der Edgewise-Technik und von Kondo (1998) bei der Begg-Technik. Allerdings verkleinerten sich der Mandibularbasiswinkel (ML/NSL) und der Kieferbasiswinkel (ML/NL) bis zur Nachuntersuchung deutlich. Williams (1970, 1977) zeigte, daß sich die Neigung von ML/NSL durch die Begg-Therapie vergrößerte, dann aber auf seine Ursprungsneigung oder gar auf einen geringeren Wert zurückfällt. Da sich die Winkel ML/NSL und ML/NL während des normalen Kieferwachstums verkleinern (Riolo et al., 1974; Bhatia und Leighton, 1993), ist die relative Stabilität der Winkel während der Tip-Edge-Behandlung auf die vertikalen Zahnbewegungen zurückzuführen, die diesen Wachstumsveränderungen entgegenwirken: Durch die Apparatur werden, wie schon erwähnt, die unteren Molaren extrudiert, welches zu einer Öffnungsrotation des Unterkiefers (Vergrößerung der Neigung von ML/NSL und der Neigung von ML/NL) führt.

Der Overjet und der Overbite wurden in dieser Untersuchung wie auch in anderen, z. B. Thompson (1979) und Kondo (1998) bei der Begg-Therapie sowie Miyazaki et al. (1995) bei der Edgewise-Technik, durch die Tip-Edge-Behandlung reduziert, um sich danach wieder leicht zu vergrößern. Der Overbite wurde dabei auf Werte unter 1,5 mm verkleinert (Intrusion der oberen und unteren Incisivi, Extrusion der unteren Molaren). Nach der Behandlung vergrößerte er sich bedingt durch rezidivierende Zahnbewegungen durchschnittlich wieder, um schließlich Werte unter 3 mm zu erreichen. Es muß aber vermerkt werden, daß nach der Behandlungsphase Retentionsgeräte (Oberkiefer-Platte und Cuspid-Retainer) bei allen Probanden vorhanden waren, die sich auf die Stabilität des korrigierten Overbites ausgewirkt haben dürften.

Während der Behandlung basierten die signifikant mäßigen bis starken ermittelten Korrelationswerte entweder auf den nicht signifikanten Veränderungen der Neigungen von OE/NSL und von FE/NSL oder auf den nicht signifikanten Veränderungen der Neigungen der Kieferrelation (ML/NSL, NL/NSL, ML/NL) und haben deshalb wenig Aussagekraft. Williams (1970) untersuchte graphisch den Zusammenhang zwischen der Okklusionsebene, dem ML/NSL und den dentalen Veränderungen durch die Begg-Behandlung. Dabei stellte er einen Zusammenhang zwischen der Vergrößerung der Neigungswinkel beider Ebenen und den oben beschriebenen Zahnbewegungen fest.

Nach der kieferorthopädischer Behandlung bestand ein starker Zusammenhang zwischen der Neigung von UE/NSL und dem Winkel ML/NSL. So lag bei einer Verkleinerung der Neigung von UE/NSL auch eine Verkleinerung des Winkels ML/NSL vor. Unterstützt wird dieses Ergebnis durch die Studie von Williams (1970) bei der Begg-Therapie, der ebenso eine Verkleinerung beider Ebenen nach der Behandlung feststellte. Außerdem lag bei einer Verkleinerung der Neigung von FE/NSL auch eine Verkleinerung des Winkels ML/NSL und bei einer Verkleinerung der Neigung von UE/NSL eine Vergrößerung des Overbites vor. Alle diese Veränderungen sind z. T. auf rezidivierende Zahnbewegungen und z. T. auf normale Wachstumsveränderungen (Riolo et al., 1974; Bhatia und Leighton, 1993) zurückzuführen.

Herbst-Gruppen mittels partieller (HP) und totaler (HT) Verankerung

In der HP-Gruppe vergrößerten sich während der Behandlung die Neigungen der Unterkiefer- (UE/NSL) und der funktionellen (FE/NSL) Okklusionsebene, während die Neigung der Oberkiefer-Okklusionsebene (OE/NSL) unverändert blieb. Nach der Behandlung verkleinerten sich die Neigungen aller drei Okklusionsebenen. In der HT-Gruppe

wurden alle Neigungen der Okklusionsebenen durch die aktive Behandlung deutlich steiler, um dann im Verlauf der Nachkontrollen wieder langsam unter die Ursprungswerte zu fallen (Pancherz, 1982b; Pancherz und Anehus-Pancherz, 1993). Diese Ergebnisse können durch dentale Veränderungen erklärt werden: Während der Behandlung werden die Unterkiefer-Frontzähne und Oberkiefer-Molaren intrudiert und die Unterkiefer-Molaren passiv (HP-Gruppe) oder aktiv (HT-Gruppe) extrudiert (Pancherz, 1982b; Pancherz und Anehus-Pancherz, 1993). Nach der Behandlung extrudieren aber die Unterkiefer-Frontzähne und Oberkiefer-Molaren teilweise wieder (Pancherz und Anehus-Pancherz, 1993).

Die durchschnittlichen Veränderungen der Neigungen von UE/NSL und FE/NSL während der Behandlung waren in der HT-Gruppe doppelt so groß wie in der HP-Gruppe. Diese Unterschiede sind durch die Einbeziehung der unteren Molaren in die Apparatur der HT-Gruppe zu erklären.

Während der aktiven Behandlungsphase waren keine signifikanten Veränderungen der Kieferrelationswinkel (ML/NSL, NL/NSL, ML/NL) in den beiden Herbst-Gruppen zu erkennen (Ausnahme: Vergrößerung der Inklination der Maxilla zur Schädelbasis (NL/NSL) in der HT-Gruppe), so daß man von einem geringen Effekt dieser Apparatur auf die vertikale Kieferrelation ausgehen kann (Pancherz, 1982b; Wieslander, 1984; Pancherz und Anehus-Pancherz, 1993). Nach erfolgter Behandlung verkleinerten sich in beiden Gruppen die Neigungen des Mandibularbasiswinkels (ML/NSL) (Ruf und Pancherz, 1996) und des Kieferbasiswinkels (ML/NL), während die Neigung von NL/NSL fast unverändert blieb. Dies ist wiederum auf normale Wachstumsveränderungen zurückzuführen (Riolo et al., 1974; Bhatia und Leighton, 1993). Somit wird deutlich, daß

die Herbst-Apparatur keinen Einfluß auf die vertikale Kieferrelation während der Behandlung hat.

Der Overjet und der Overbite wurden während der aktiven Herbst-Therapie stark (HP-Gruppe) bzw. sehr stark durch die Miteinbeziehung der Oberkiefer-Frontzähne (HT-Gruppe) überkorrigiert (Pancherz, 1982a und b). Die beiden Variablen vergrößerten sich wieder nach erfolgter Behandlung in Richtung Normalwerte, weil die unteren Inzisivi, welche während der Behandlung prokliniert wurden, wieder ihre ursprünglichere Achsenstellung einnahmen (Pancherz, 1981 und 1996). Simons und Joondeph (1973) fanden bei der Edgewise-Behandlung heraus, daß der Overbite-Rückgang um so stärker war, je mehr die Unterkiefer-Frontzähne protrudiert wurden.

Auch in den Herbst-Gruppen muß vermerkt werden, daß nach der Behandlungsphase im Nachuntersuchungszeitraum Retentionsgeräte (entweder Oberkiefer-Platte und Cuspid-Retainer oder Aktivator und Cuspid-Retainer) bei allen Probanden vorhanden waren, die sich auf die Stabilität des korrigierten Overjets und Overbites auswirken dürften.

Der Vergleich der beiden Herbst-Gruppen zur Bolton-Kontrollgruppe ergab, daß die Veränderungen während der Behandlung in bezug auf die vertikale Kieferrelation vergleichbar waren. Normale Wachstums- und Entwicklungsveränderungen setzten sich auch hier nach der Behandlung durch (Pancherz und Anehus-Pancherz, 1993; Ruf und Pancherz, 1996).

Während der Behandlung (T1 - T2) bestanden in den beiden Gruppen ähnlich mäßige Zusammenhänge zwischen den Vergrößerungen der Okklusionsebenen und den Verkleinerungen des Overjets und des Overbites: In der HP-Gruppe war eine mäßige Korrelation zwischen der Vergrößerung der Neigung von UE/NSL und der Verkleinerung

des Overbites zu finden. Zusätzlich bestanden in der HT-Gruppe Korrelationen zwischen der Vergrößerung der Neigung von OE/NSL und der Verkleinerung des Overjets und zwischen der Vergrößerung der Neigung von FE/NSL und der Verkleinerung des Overbites. Diese Ergebnisse sind auf die schon besprochenen dentalen Veränderungen im Ober- und Unterkiefer während der Herbst-Behandlung zurückzuführen.

Im ersten Nachuntersuchungszeitraum (T2 - T3) bestand in der HP-Gruppe ein mäßiger Zusammenhang zwischen der Verkleinerung der Neigung von FE/NSL und der Vergrößerung des Overjets. In der HT-Gruppe lagen dagegen Zusammenhänge zwischen der Verkleinerung der Neigung von OE/NSL und der Vergrößerung des Overjets sowie zwischen der Verkleinerung der Neigung von UE/NSL und der Vergrößerung des Overbites vor. Diese Ergebnisse sind auf die rückläufigen vertikalen Zahnbewegungen im Ober- und Unterkiefer nach der Herbst-Behandlung zurückzuführen.

Im zweiten Nachuntersuchungszeitraum (T2 - T4) bestand in der HP-Gruppe ein mäßiger Zusammenhang zwischen der Verkleinerung der Neigung von UE/NSL und den Vergrößerungen des Overjets und Overbites. Zusätzlich bestanden in der HT-Gruppe Korrelationen zwischen der Verkleinerung der Neigung von OE/NSL und der Vergrößerung des Overjets. Auch diese Ergebnisse sind durch die rückläufigen vertikalen Zahnbewegungen im Ober- und Unterkiefer nach der Herbst-Behandlung zu erklären.

Im gesamten Nachuntersuchungszeitraum (T2 - T5) bestand in beiden Herbst-Gruppen eine mäßige Korrelation zwischen der Verkleinerung der Neigung von UE/NSL und der Vergrößerung des Overbites. Außerdem war in der HP-Gruppe ein Zusammenhang zwischen den Verkleinerungen der Neigungen von OE/NSL sowie von UE/NSL und der Verkleinerung des Winkels ML/NSL zu finden. In der HT-Gruppe war zusätzlich ein

Zusammenhang zwischen der Verkleinerung der Neigung von OE/NSL und der Vergrößerung des Overjets sowie zwischen der Verkleinerung der Neigung von FE/NSL und der Verkleinerung des Winkels ML/NSL zu finden. Diese Ergebnisse sind ebenfalls auf die rückläufigen vertikalen Zahnbewegungen im Ober- und Unterkiefer nach der Herbst-Behandlung zurückzuführen.

Da die Langzeitveränderungen bei der HP- und der HT-Gruppe in bezug auf die vertikale Kieferrelation, Overjet und Overbite vergleichbar waren, ist abzuwägen, ob aufgrund der großen Einwirkung der HT-Apparatur auf die Okklusionsebenen während der Behandlung auf die totale Verankerung verzichtet werden könnte. Weitere Untersuchungen mit Einbeziehung anderer skelettaler und dentaler Variablen sind zur Klärung der Frage aber notwendig.

Vergleich der Behandlungsgruppen

Bei Betrachtung der vier Behandlungsgruppen vor Beginn der kieferorthopädischen Behandlung war der skelettale Gesichtsschädelaufbau (Neigung der drei Okklusionsebenen und der drei vertikalen Kieferrelationswinkel) vergleichbar, während unterschiedliche Ausgangssituationen in der Frontzahnrelation bestanden: Der Overjet war in der Aktivator- und den Herbst-Gruppen ähnlich groß, in der Tip-Edge-Gruppe jedoch signifikant kleiner. Dagegen war der Overbite in der Tip-Edge- und den Herbst-Gruppen vergleichbar groß und in der Aktivator-Gruppe kleiner.

Die Neigungen der drei Okklusionsebenen (OE/NSL, UE/NSL, FE/NSL) wurden durch die verschiedenen Behandlungsmethoden unterschiedlich beeinflusst. Beim herausnehmbaren Aktivator waren die Neigungen der Okklusionsebenen relativ stabil. Bei der Tip-Edge-Behandlung wurde die Neigung der Unterkiefer-Okklusionsebene (UE/NSL) ver-

größert, da die Unterkiefer-Molaren extrudiert und die Unterkiefer-Incisivi intrudiert wurden. Die Neigungen der Oberkiefer- (OE/NSL) und der funktionellen (FE/NSL) Okklusionsebene blieben unverändert, welches durch das Halten der oberen Molaren mittels der Tip-Edge-Apparatur erklärbar zu sein scheint. Die HP-Apparatur nahm mehr Einfluß auf die Vergrößerungen der Neigungen von UE/NSL und FE/NSL. Am eindruckvollsten jedoch vergrößerte die HT-Apparatur die Neigungen aller drei Okklusionsebenen bedingt durch die ausgeprägte aktive Extrusion der Unterkiefer-Molaren, sowie der Intrusion der Oberkiefer-Molaren und Unterkiefer-Incisivi.

Die vertikale Kieferrelation (ML/NSL, NL/NSL, ML/NL) wurde während der Behandlung beim Vergleich der vier Gruppen kaum verändert. Der skelettale Einfluß der Apparaturen schien damit stark begrenzt zu sein.

Es wurde in allen Gruppen eine Reduzierung des Overjets und Overbites durch die Behandlung erzielt. Der Overbite wurde in der Tip-Edge-Gruppe und in den Herbst-Gruppen durch die aktive Einbeziehung der Frontzähne in die Apparaturen mehr als in der Aktivator-Gruppe verringert. Der Overjet wurde am deutlichsten in der HT-Gruppe durch die überkorrigierte Unterkiefer-Vorverlagerung reduziert.

Während der Nachuntersuchungszeiträume verkleinerten sich die Neigungen der drei Okklusionsebenen durch die rückläufigen Zahnbewegungen in der Tip-Edge- und der HP-Gruppe ähnlich, in der HT-Gruppe aber stärker, weil zuvor eine größere Einflußnahme auf die Okklusionsebenen durch umfangreichere Zahnbewegungen stattgefunden hatte.

In bezug auf die vertikale Kieferrelation setzten sich nach erfolgter Behandlung sowohl in der Tip-Edge- als auch in den Herbst-Gruppen normale Wachstumsprozesse durch, so daß beim Vergleich der Gruppen ähnliche Veränderungen stattfanden.

Während der Nachuntersuchungszeiträume rezidierte der Overjet in den Herbst-Gruppen (besonders in der HT-Gruppe) mehr als in der Tip-Edge-Gruppe. Es ist jedoch zu bedenken, daß der Overjet der Tip-Edge-Gruppe am wenigsten ausgeprägt und die Veränderung des Overjets der Herbst-Gruppen eine angestrebte Überkorrektur war. Der Overbite verhielt sich in der Tip-Edge-Gruppe und den Herbst-Gruppen ähnlich stabil.

8 Schlußfolgerung

1. Während der Behandlung waren die Veränderungen der Neigungen der drei Okklusionsebenen (Vergrößerung) sowie die Veränderungen des Overjets und des Overbites (Verkleinerung) beim Aktivator am kleinsten und bei der Herbst-Gruppe mittels totaler Verankerung (HT) am größten.
2. Nach der Behandlung traten rückläufige Veränderungen der Neigungen der Okklusionsebenen (Verkleinerung) und des Overjets und Overbites (Vergrößerung) ein. Auch diese Veränderungen waren bei der HT-Gruppe am größten.
3. Beim Vergleich der drei Okklusionsebenen waren die größten Veränderungen bei der Unterkiefer-Okklusionsebene (UE/NSL) zu sehen.
4. Keine der untersuchten Apparaturen hatte einen Einfluß auf die vertikale Kieferrelation.

9 Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Untersuchung war die Ermittlung des Einflusses von drei verschiedenen kieferorthopädischen Behandlungsmethoden (Aktivator, Tip-Edge- und Herbst-Apparatur mittels partieller (HP) oder totaler (HT) Verankerung) auf die Neigung von drei definierten Okklusionsebenen: Oberkiefer- (OE), Unterkiefer- (UE) und funktionelle (FE) Okklusionsebene. Anhand der Auswertungen von Fernröntgenseitenbildern des Kopfes (FRS) sollten zwei Fragen beantwortet werden:

- 1) Wie verändern sich die Okklusionsebenen während und nach der kieferorthopädischen Behandlung?
- 2) Liegt ein Zusammenhang zwischen der Veränderung der Okklusionsebenen und der Veränderung der vertikalen Kieferrelation, des Overjets und des Overbites während und nach der kieferorthopädischen Behandlung vor?

Es wurden insgesamt 82 Probanden (davon 42 Jungen und 40 Mädchen) mit Distal- oder Neutralbiß mit großem Overjet und/ oder Overbite vor und nach kieferorthopädischer Behandlung untersucht. Nach der Behandlung wurde bei allen Patienten eine Normalisierung der Bißlage und des Overjets bzw. Overbites durch die jeweilige Behandlungsform erreicht. Die Aktivator-Gruppe umfaßte 31, die Tip-Edge-Gruppe 23 und die Herbst-Gruppen jeweils 14 Probanden. Als Kontrollgruppe dienten die sogenannten Bolton-Standards.

Die Untersuchung konnte folgendes aufzeigen:

Aktivator-Gruppe: Keine der Okklusionsebenen wurde durch die Aktivator-Behandlung signifikant beeinflusst.

Tip-Edge-Gruppe: Während der Behandlung blieb die Neigung von OE/NSL und von FE/NSL stabil. Bedingt durch vertikale Zahnbewegungen im Unterkiefer vergrößerte sich die Neigung von UE/NSL. Nach der Behandlung verkleinerte sich die Neigung von UE/NSL und von FE/NSL durch rezidivierende Zahnbewegungen und normale Wachstumsveränderungen. Während der Behandlung lagen keine Zusammenhänge zwischen den Veränderungen der Neigung der Okklusionsebenen und den Veränderungen der Kieferrelation, des Overjets und Overbites vor. Nach der Behandlung bestanden Zusammenhänge zwischen der Verkleinerung der Neigung von UE/NSL und der Verkleinerung des Mandibularbasiswinkels (ML/NSL) und der Vergrößerung des Overbites. Außerdem war ein Zusammenhang zwischen der Verkleinerung der Neigung von FE/NSL und der Verkleinerung der Neigung von ML/NSL zu finden.

Herbst-Gruppen mittels partieller (HP) und totaler (HT) Verankerung: Alle Neigungen der Okklusionsebenen mit Ausnahme von OE/NSL der HP-Gruppe wurden während der Herbst-Behandlung durch vertikale Zahnbewegungen im Ober- und Unterkiefer deutlich vergrößert. Dies galt im speziellen für die Neigung von UE/NSL der HT-Gruppe. Nach der Behandlung war die Neigung der Okklusionsebenen beider Herbst-Gruppen durch rezidivierende Zahnbewegungen und normale Wachstumsprozesse auf oder unter die Ursprungswerte rückläufig. Während der Behandlung war bei beiden Gruppen nur ein Zusammenhang zwischen der Vergrößerung der Neigung der Okklusionsebenen und der Verkleinerung des Overjets und Overbites zu finden. Nach der Behandlung bestanden in den zwei Gruppen ein Zusammenhang zwischen der Verkleinerung der Neigung der Okklusionsebenen und der Verkleinerung des Winkels ML/NSL sowie der Vergrößerung des Overjets und Overbites.

Schlußfolgernd konnte festgestellt werden, daß während der Behandlung die Veränderungen der Neigungen der drei Okklusionsebenen (Vergrößerung) sowie die Veränderungen des Overjets und des Overbites (Verkleinerung) beim Aktivator am kleinsten und bei der HT-Gruppe am größten waren. Nach der Behandlung traten rückläufige Veränderungen der Neigungen der Okklusionsebenen (Verkleinerung) und des Overjets und Overbites (Vergrößerung) ein. Auch diese Veränderungen waren bei der HT-Gruppe am größten. Beim Vergleich der drei Okklusionsebenen waren die größten Veränderungen bei der Unterkiefer-Okklusionsebene (UE/NSL) zu sehen. Keine der untersuchten Apparaturen hatte einen Einfluß auf die vertikale Kieferrelation.

10 Summary

The aim of this cephalometric radiographic study was to assess the influence of three different orthodontic treatment methods [activator, Tip-Edge and Herbst with partial (HP) and total (HT) anchorage] on the inclination of three defined occlusal planes – the maxillary (OE), mandibular (UE) and functional (FE) occlusal plane. The study tried to answer two questions:

- 1) How large are the changes of the occlusal planes during and after orthodontic treatment?
- 2) Is there a relationship between the change in the occlusal planes and the change of the vertical jaw relationship, the overjet and the overbite during and after orthodontic treatment?

A total of 82 subjects (42 males and 40 females) with a Class II or Class I occlusion combined with a large overjet and/or overbite were analysed before and after orthodontic treatment. After treatment sagittal occlusion overjet and overbite were normalised in all patients.

The activator group comprised 31 patients, the Tip-Edge group 23 and the Herbst group 14 patients. The so-called Bolton standards were used as a control group.

The study revealed the following result:

Activator group: None of the occlusal planes was significantly influenced by activator treatment.

Tip-Edge group: During treatment the inclination of OE/NSL and FE/NSL remained stable. The inclination of UE/NSL increased as a result of vertical mandibular tooth movements. After treatment the inclination of UE/MSL and FE/NSL was reduced as a result of relapsing tooth movements and normal growth changes. During treatment no association existed between the changes in the inclination of the occlusal planes and the changes in vertical jaw relationship, overjet and overbite. After treatment associations existed between the reduction in the UE/NSL and the reduction in the mandibular plane angle (ML/NSL) and the increase in overbite. Furthermore, an association was present between the reduction in the inclination of FE/NSL and the reduction in the inclination of ML/NSL.

Herbst appliance groups using partial (HP) and total (HT) anchorage: The inclination of all occlusal planes, with the exception of OE/NSL in the HP group, was considerably increased during Herbst treatment as a result of vertical maxillary and mandibular tooth movements. This was particularly true for the inclination of UE/NSL in the HT group. After treatment the inclination of the occlusal planes in both Herbst groups recovered to or below the original values as a result of relapsing tooth movements and normal growth processes. During treatment in both groups an association existed only between the increase in the inclination of the occlusal planes and the reduction in the overjet and overbite. After treatment in the two groups an association was found between the reduction of the occlusal plane angles and the reduction of the ML/NSL angle and the increase of overjet and overbite.

In conclusion it was found that during treatment the changes in the inclination of the three occlusal planes (increase) and the changes in the overjet and overbite (reduction) were lowest in the activator group and highest in the HT group. After treatment re-

covering changes occurred in the inclination of the occlusal planes (reduction) and the overjet and overbite (increase). Also these changes were highest in the HT group. When comparing the three occlusal planes, the largest changes were found for the mandibular occlusal plane (UE/NSL). None of the appliances investigated had any effect on the vertical jaw relationship.

11 Literaturverzeichnis

1. ANDERSSON I, AHLGREN J: Vertical Growth Changes during and after Activator Treatment.
Trans. Europ. Orthod. Soc. 1977: 57 - 68
2. ANDRESEN V, HÄUPL K: Funktions-Kieferorthopädie.
Verlag H. Meusser, Berlin, 1936
3. ANGLE EH: The latest and best in orthodontic mechanism.
Dental Cosmos 1929; 71: 164 - 174, 260 - 270, 409 - 421
4. BEGG PR: Light arch wire technique employing the principles of differential force.
Am. J. Orthod. 1961; 47: 30 - 48
5. BHATIA SN, LEIGHTON BC: A Manual of Facial Growth: A computer analysis of longitudinal cephalometric growth data.
Oxford University Press, New York , 1993
6. BISHARA SE, JAKOBSEN JR, VORHIES B, BAYATI P: Changes in dento-facial structures in untreated Class II division 1 and normal subjects: A longitudinal study.
Angle Orthod. 1997; 67: 55 - 56
7. BRAUN S, LEGAN HL: Changes in occlusion related to the cant of the occlusal plane.
Am. J. Orthod. 1997; 111: 184 - 188
8. BROADBENT BH, BROADBENT BH jr, GOLDEN W: Bolton standards of dentofacial development growth.
C.V. Mosby Company, St. Louis, 1975
9. BUSCHANG PH, TANGUAY R, TURKEWICZ J, DEMIRJIAN A, LA PALME L: A polynomial approach to craniofacial growth: Description and comparison of adolescent males with normal occlusion and those with untreated Class II malocclusion.
Am. J. Orthod. 1986; 90: 437 - 442
10. BUSCHANG PH, TANGUAY R, DEMIRJIAN A, LA PALME L, TURKEWICZ J: Mathematical models of longitudinal mandibular growth for children with normal and untreated Class II, division 1 malocclusion.
Eur. J. Orthod. 1988; 10: 227 - 234
11. CURA N, SARAC M, ÖZTÜRK Y, SÜRMELI N: Orthodontic and orthopedic effects of Activator, Activator-HG combination, and Bass-appliance: A comparative study.
Am. J. Orthod. 1996; 110: 36 - 45

12. DAHLBERG G: Statistical methods for medical and biological students.
Interscience Publications, New York, 1940
13. DEMISCH A: Langzeitbeobachtungen über die Veränderungen der Lagebeziehungen zwischen den Kieferbasen und der Okklusionsebene vor, während und nach Distalbißbehandlung mit dem Aktivator.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 1978; 88: 1059 - 1069
14. DOWNS WB: Variations in facial relationships: Their significance in treatment and prognosis.
Am. J. Orthod. 1948; 34: 812 - 840
15. DYER GS, HARRIS EF, VADEN JL: Age effects on orthodontic treatment: Adolescents contrasted with adults.
Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. 1991; 100: 523 - 530
16. GÜHRING W, BARTH J: Anatomie: Spezielle Biologie des Kausystems. Band 3
Verlag Neuer Merkur GMBH, München, 1992: 148 - 152
17. HARRIS EF, DYER GS, VADEN JL: Age effects on orthodontic treatment: Skeletodental assessments from the Johnston analysis.
Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. 1991; 100: 531 - 536
18. HARVOLD EP, VARGERVIK K: Morphogenetic response to activator treatment.
Am. J. Orthod. 1971; 60: 478 - 490
19. HERBST E: Meine Schiene für Prognathie (Okklusionsscharnier).
In: Herbst E. (ed.): Atlas und Grundriß der zahnärztlichen Orthopädie.
Lehmanns medizinische Handatanten Band XXVI.
JF Lehmann, München , 1910: 311 - 315
20. HOTZ R: Orthodontie in der täglichen Praxis. 5. Auflage
Verlag Hans Huber, Bern, 1980: 66
21. KESLING PC: Tip-Edge Guide and the differential straight-arch technique.
Second edition.
2-Swan Advertising Agency: TP Orthodontics, Inc., 1988
22. KONDO E: Occlusal stability in Class II, Division 1, deep bite cases followed up for many years after orthodontic treatment.
Am. J. Orthod. 1998: 611 - 630
23. LAMARQUE S: The importance of occlusal plane control during orthodontic mechanotherapy.
Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. 1995; 107: 548 – 558
24. LEGAN HL: Orthodontic considerations for orthognathic surgery.
In: PETERSON LJ (ed.): Principles of oral and maxillofacial surgery.
JB Lippincott, Philadelphia, 1992: 1237

25. LEHMANN KM: Einführung in die Zahnersatzkunde.
6. Auflage
Urban & Schwarzenberg, München, 1988: 54 – 55
26. LUDER HU: Skeletal profile changes related to two patterns of activator effects.
Am. J. Orthod. 1982; 81: 390 - 396
27. MIYAZAKI H, MOTEGI E, SEBATA M: Stability of occlusion after orthodontic treatment with tooth extraction in adult cases.
Bull. Tokyo dent. Coll. 1995; 36: 129 - 143
28. ÖZTÜRK Y, TANKÜTER N: Class II: a comparison of activator and activator headgear combination appliances.
Europ. J. Orthod. 1994; 16: 149 - 157
29. PANCHERZ H: Treatment of Class II malocclusions by jumping the bite with the Herbst appliance. A cephalometric investigation.
Am. J. Orthod. 1979; 76: 423 - 442
30. PANCHERZ H: The effect of continuous bite jumping on the dentofacial complex: a follow-up study after Herbst-appliance treatment of Class II malocclusion.
Europ. J. Orthod. 1981: 49 – 60
31. PANCHERZ H: The mechanism of Class II correction in Herbst appliance treatment. A cephalometric investigation.
Am. J. Orthod. 1982a; 82: 104 - 113
32. PANCHERZ H: Vertical dentofacial changes during Herbst appliance treatment. A cephalometric investigation.
Swed. Dent. J. Suppl. 1982b; 15:189 - 196
33. PANCHERZ H, ANEHUS-PANCHERZ M: The headgear effect of the Herbst appliance: A cephalometric long-term study.
Am. J. Orthod. 1993: 510 - 520
34. PANCHERZ H: Herbst-Apparatur.
In: MIETHKE RR, DRESCHER D (eds.): Kleines Lehrbuch der Angle-Klasse II : 1 unter besonderer Berücksichtigung der Behandlung.
Quintessenz Verlags-GmbH, Berlin, 1996: 225 - 251
35. RAKOSI T: An Atlas and Manual of cephalometric radiation.
Mosby-Wolfe Verlag, London, 1982
36. RIOLO ML, MOYERS RE, McNAMARA JA jr., HUNTER WS: An Atlas Of Craniofacial Growth: Cephalometric Standards from the University School Growth Study. Center for Human Growth and Development, The University of Michigan
Ann Arbor, Michigan, 1974

37. RUF S, PANCHERZ H: The effect of Herbst appliance treatment on the mandibular plane angle: A cephalometric roentgenographic study.
Am. J. Orthod. 1996; 110: 225 - 229
38. RUF S, PANCHERZ H: Temporomandibular joint growth adaptation in Herbst treatment: a prospective magnetic resonance imaging and cephalometric roentgenographic study.
Eur. J. Orthod. 1998; 20: 375 - 388
39. SATO S, SUZUKI N, SUZUKI Y: Longitudinal study of the cant of the occlusal plane and the denture frame in cases with congenitally missing third molars.
Kanagawa Dent. Coll. 1988; 47: 517 - 525
40. SCHUDY FF: The Occlusal Plane: Its origin, development and correction. (Part 1)
Fred F. Schudy, Texas, 1992
41. SCHULZE C: Lehrbuch der Kieferorthopädie. Band 1.
Quintessenz Bibliothek, Berlin, 1975: 73 – 75
42. SHERMAN SL, WOODS M, NANDA RS: The longitudinal effects of growth on the Wits appraisal.
Am. J. Orthod. 1988; 93: 429 - 436
43. SIMONS M, JOONDEPH DR: Change in overbite: A ten-year postretention study.
Am. J. Orthod. 1973: 349 - 367
44. SUZUMURA N, MTANI H, SATO K: Changes and stability of the cant of occlusal plane following orthodontic treatment.
Nippon-Kyosei-Shika-Gakkai-Zasshi. 1989; 48: 404 – 410
45. TEUSCHER U: An appraisal of growth and reaction to extraoral anchorage.
Am. J. Orthod. 1986; 89: 113 - 118
46. THOMPSON WJ: Occlusal plane and overbite.
Angle Orthod. 1979; 49: 47 - 54
47. THUROW RC: Grundzüge der Orthodontie.
Verlag Zahnärztlich- Medizinisches Schriftum, München, 1970: 73 - 74
48. VADEN JL, DALE JG, KLONTZ HA: The Tweed-merrifield Edgewise Appliance: Philosophy, Diagnosis, and Treatment.
In GRABER TM, VANARSDALL RL (eds): Orthodontics: Current Principles and Techniques. Second edition.
Mosby, St. Louis, 1994: 641
49. WARD DM: Angle Class II, Division 1 malocclusion.
Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. 1994, 106: 428 - 433

50. WIESLANDER L: Intensive treatment of severe Class II malocclusions with a headgear-Herbst appliance in the early mixed dentition.
Am. J. Orthod. 1984; 86: 1 - 13
51. WILLIAMS R: Begg treatment of high-angle cases.
Am. J. Orthod. 1970, 57: 573 - 589
52. WILLIAMS RT: Cephalometric appraisal of the light wire technique.
In BEGG PR, KESLING PC (eds): Begg orthodontic, Theory and Technique.
Third edition.
W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1977: 608 - 623
53. WOODSIDE DG: Some effects of activator treatment on the mandible and the midface.
Trans. Eur. Orthod. Soc., 1973: 443 – 447
54. WORMS FW, ISAACSON RJ, SPIEDEL RM: A concept and classification of rotation and external force systems.
Angle Orthod. 1973; 43: 384 - 401

12 Anhang

Die Meßvariablen der einzelnen Probanden in den vier Behandlungsgruppen sind in folgenden Tabellen dargestellt:

Aktivator-Gruppe: Tabellen 23 und 24a- d (Seiten 106- 110)

Tip-Edge-Gruppe: Tabellen 25 und 26a- h (Seiten 111- 119)

Herbst-Gruppe (partielle Verankerung): Tabellen 27 und 28a- h (Seiten 120- 128)

Herbst-Gruppe (totale Verankerung): Tabellen 29 und 30a –h (Seiten 129- 137)

Tab. 23: **Aktivator-Gruppe**

Alter der einzelnen **männlichen** (1 - 13) und **weiblichen** (14 - 31) Probanden zu den Untersuchungszeitpunkten vor (T1) und nach (T2) der Behandlung in Jahren.

Probanden	Alter (Jahre)		
	T1	T2	T1 - T2
1	12,0	15,0	3,0
2	12,3	15,3	3,0
3	10,3	12,8	2,5
4	11,6	13,6	2,0
5	11,2	14,3	3,1
6	9,4	12,1	2,7
7	10,3	13,3	3,0
8	11,5	14,5	3,0
9	11,1	14,0	2,9
10	9,9	12,5	2,6
11	10,1	12,4	2,3
12	10,3	13,2	2,9
13	13,6	15,8	2,2
MW (m)	11,1	13,8	2,7
SD (m)	1,2	1,2	0,4
14	10,6	13,6	3,0
15	9,5	11,8	2,3
16	9,7	12,6	2,9
17	9,4	11,5	2,1
18	9,5	12,5	3,0
19	10,9	13,6	2,7
20	10,7	13,2	2,5
21	8,1	11,2	3,1
22	9,3	12,3	3,0
23	10,1	13,3	3,2
24	12,3	15,3	2,0
25	12,2	14,8	2,6
26	9,8	12,2	2,4
27	10,4	12,7	2,3
28	9,3	11,4	2,1
29	12,3	14,9	2,6
30	11,6	13,9	2,3
31	10,7	13,3	2,6
MW (w)	10,4	13,0	2,6
SD (w)	1,2	1,2	0,4
MW (m+w)	10,7	13,3	2,6
SD (m+w)	1,2	1,2	0,4

Tab. 24a: **Aktivator-Gruppe**

Meßvariablen der einzelnen **männlichen** (1 - 13) und **weiblichen** (14 - 31) Probanden zu den Untersuchungszeitpunkten vor (T1) und nach (T2) der Behandlung. Die angegebenen Werte basieren auf dem Mittelwert der doppelten Messungen. Der t-Wert zur Untersuchung des Geschlechtsunterschiedes ist angegeben.

OE/NSL (Grad)				UE/NSL (Grad)			
Probanden	T1	T2	T1 - T2	Probanden	T1	T2	T1 - T2
1	16,00	15,75	0,25	1	11,50	12,00	-0,50
2	19,50	16,75	2,75	2	13,00	11,50	1,50
3	25,25	24,75	0,50	3	21,00	18,75	2,25
4	19,75	25,75	-6,00	4	13,25	19,00	-5,75
5	18,50	16,75	1,75	5	15,00	14,50	0,50
6	24,00	27,50	-3,50	6	20,00	22,25	-2,25
7	25,50	26,25	-0,75	7	19,50	25,00	-5,50
8	19,00	17,50	1,50	8	10,00	12,75	-2,75
9	16,75	16,25	0,50	9	9,00	9,75	-0,75
10	15,00	16,25	-1,25	10	11,50	13,25	-1,75
11	16,25	15,00	1,25	11	13,25	11,25	2,00
12	18,00	18,00	0,00	12	11,25	12,25	-1,00
13	17,50	12,50	5,00	13	13,25	6,50	6,75
MW (m)	19,31	19,15	0,15	MW (m)	13,96	14,52	-0,56
SD (m)	3,50	5,00	2,74	SD (m)	3,87	5,25	3,34
14	22,25	12,75	9,50	14	14,00	14,00	0,00
15	17,50	20,75	-3,25	15	16,25	16,75	-0,50
16	17,25	16,75	0,50	16	9,75	11,00	-1,25
17	17,00	17,25	-0,25	17	10,75	11,50	-0,75
18	19,50	19,50	0,00	18	16,50	13,75	2,75
19	21,00	21,00	0,00	19	13,00	12,50	0,50
20	20,00	19,25	0,75	20	13,00	12,50	0,50
21	19,50	20,25	-0,75	21	14,00	18,00	-4,00
22	23,50	24,50	-1,00	22	23,50	19,50	4,00
23	23,75	23,75	0,00	23	17,00	22,00	-5,00
24	16,75	20,00	-3,25	24	9,25	14,75	-5,50
25	14,25	14,00	0,25	25	5,50	6,50	-1,00
26	17,00	17,50	-0,50	26	9,50	12,00	-2,50
27	20,50	18,50	2,00	27	15,25	10,75	4,50
28	26,25	30,25	-4,00	28	28,00	24,75	3,25
29	18,00	19,00	-1,00	29	10,75	11,75	-1,00
30	12,00	13,50	-1,50	30	3,25	6,50	-3,25
31	21,75	19,00	2,75	31	10,00	11,75	-1,75
MW(w)	19,32	19,31	0,01	MW(w)	13,29	13,90	-0,61
SD (w)	3,52	4,15	2,92	SD (w)	5,88	4,79	2,91
MW (m+w)	19,31	19,24	0,07	MW(m+w)	13,57	14,16	-0,59
SD(m+w)	3,45	4,45	2,80	SD(m+w)	5,07	4,91	3,04
MW (m-w)	-0,01	-0,15	0,14	MW (m-w)	0,67	0,62	0,05
t	-0,01 ns	-0,09 ns	0,14 ns	t	0,36 ns	0,34 ns	0,05 ns

Tab. 24b: **Aktivator-Gruppe**

Meßvariablen der einzelnen **männlichen** (1 - 13) und **weiblichen** (14 - 31) Probanden zu den Untersuchungszeitpunkten vor (T1) und nach (T2) der Behandlung. Die angegebenen Werte basieren auf dem Mittelwert der doppelten Messungen. Der t-Wert zur Untersuchung des Geschlechtsunterschiedes ist angegeben.

FE/NSL (Grad)				ML/NSL (Grad)			
Probanden	T1	T2	T1 - T2	Probanden	T1	T2	T1 - T2
1	18,25	14,75	3,50	1	30,00	28,25	1,75
2	17,25	16,50	0,75	2	26,75	24,75	2,00
3	24,00	24,00	0,00	3	36,00	37,00	-1,00
4	18,50	24,75	-6,25	4	31,00	33,00	-2,00
5	17,75	16,75	1,00	5	29,00	27,00	2,00
6	23,00	26,25	-3,25	6	33,50	35,00	-1,50
7	25,50	29,00	-3,50	7	39,00	40,25	-1,25
8	22,50	16,00	6,50	8	28,00	30,25	-2,25
9	24,25	14,50	9,75	9	33,50	33,25	0,25
10	18,50	18,25	0,25	10	26,50	27,25	-0,75
11	18,50	18,75	-0,25	11	31,50	31,50	0,00
12	21,75	20,75	1,00	12	35,50	35,25	0,25
13	16,25	11,00	5,25	13	37,25	34,75	2,50
MW (m)	20,46	19,33	1,13	MW (m)	32,12	32,12	0,00
SD (m)	3,11	5,29	4,33	SD (m)	4,05	4,47	1,63
14	16,00	21,00	-5,00	14	34,00	34,00	0,00
15	16,50	22,25	-5,75	15	32,00	32,50	-0,50
16	19,00	15,50	3,50	16	30,50	29,75	0,75
17	15,00	14,50	0,50	17	28,25	30,75	-2,50
18	22,00	16,75	5,25	18	31,00	30,00	1,00
19	18,25	17,00	1,25	19	32,00	32,00	0,00
20	17,00	17,00	0,00	20	30,75	26,75	4,00
21	19,50	21,50	-2,00	21	34,00	35,25	-1,25
22	26,50	26,00	0,50	22	40,50	38,00	2,50
23	18,25	24,00	-5,75	23	32,00	35,00	-3,00
24	20,25	20,75	-0,50	24	33,25	37,50	-4,25
25	13,50	12,25	1,25	25	26,00	23,75	2,25
26	15,00	17,25	-2,25	26	25,75	25,00	0,75
27	20,00	18,50	1,50	27	28,75	25,75	3,00
28	31,50	27,75	3,75	28	47,00	46,75	0,25
29	16,50	16,50	0,00	29	31,75	29,75	2,00
30	12,00	11,75	0,25	30	29,25	28,50	0,75
31	15,25	15,75	-0,50	31	26,25	26,00	0,25
MW(w)	18,44	18,67	-0,22	MW(w)	31,83	31,50	0,33
SD (w)	4,67	4,45	3,06	SD (w)	5,15	5,69	2,12
MW (m+w)	19,29	18,94	0,35	MW (m+w)	31,95	31,76	0,19
SD(m+w)	4,15	4,74	3,64	SD(m+w)	4,65	5,14	1,91
MW (m-w)	2,02	0,66	1,36	MW (m-w)	0,28	0,62	-0,33
t	1,35 ns	0,38 ns	1,03 ns	t	0,16 ns	0,32 ns	-0,47 ns

Tab. 24c: **Aktivator-Gruppe**

Meßvariablen der einzelnen **männlichen** (1 - 13) und **weiblichen** (14 - 31) Probanden zu den Untersuchungszeitpunkten vor (T1) und nach (T2) der Behandlung. Die angegebenen Werte basieren auf dem Mittelwert der doppelten Messungen. Der t-Wert zur Untersuchung des Geschlechtsunterschiedes ist angegeben.

NL/NSL (Grad)				ML/NL (Grad)			
Probanden	T1	T2	T1 - T2	Probanden	T1	T2	T1 - T2
1	3,25	4,75	-1,50	1	26,75	23,50	3,25
2	5,25	8,25	-3,00	2	21,50	16,50	5,00
3	10,00	13,25	-3,25	3	26,00	23,75	2,25
4	9,25	10,50	-1,25	4	21,75	22,50	-0,75
5	2,75	2,75	0,00	5	26,25	24,25	2,00
6	7,75	10,00	-2,25	6	25,75	25,00	0,75
7	4,00	4,25	-0,25	7	35,00	36,00	-1,00
8	1,00	0,50	0,50	8	27,00	29,75	-2,75
9	4,50	4,75	-0,25	9	29,00	28,50	0,50
10	7,25	6,00	1,25	10	19,25	21,25	-2,00
11	3,75	3,50	0,25	11	27,75	28,00	-0,25
12	5,00	6,25	-1,25	12	30,50	29,00	1,50
13	5,00	4,75	0,25	13	32,25	30,00	2,25
MW (m)	5,29	6,12	-0,83	MW (m)	26,83	26,00	0,83
SD (m)	2,61	3,52	1,39	SD (m)	4,37	4,91	2,18
14	6,75	6,75	0,00	14	27,25	27,25	0,00
15	5,75	7,00	-1,25	15	26,25	25,50	0,75
16	9,00	7,75	1,25	16	21,50	22,00	-0,50
17	3,75	6,25	-2,50	17	24,50	24,50	0,00
18	6,25	6,50	-0,25	18	24,75	23,50	1,25
19	3,75	5,50	-1,75	19	28,25	26,50	1,75
20	5,50	5,50	0,00	20	25,25	21,25	4,00
21	7,50	7,25	0,25	21	26,50	28,00	-1,50
22	11,75	9,50	2,25	22	28,75	28,50	0,25
23	10,25	12,00	-1,75	23	21,75	23,00	-1,25
24	7,25	11,00	-3,75	24	26,00	26,50	-0,50
25	1,00	0,50	0,50	25	25,00	23,25	1,75
26	2,75	3,75	-1,00	26	23,00	21,25	1,75
27	10,00	6,75	1,25	27	18,75	19,00	-0,25
28	12,50	12,75	-0,25	28	34,50	34,00	0,50
29	9,75	9,50	0,25	29	22,00	20,25	1,75
30	7,25	8,00	-0,75	30	22,00	20,50	1,50
31	4,25	4,75	-0,50	31	22,00	21,25	0,75
MW(w)	6,94	7,28	-0,44	MW(w)	24,89	24,22	0,67
SD (w)	3,18	2,97	1,43	SD (w)	3,58	3,76	1,33
MW (m+w)	6,25	6,79	-0,60	MW (m+w)	25,70	24,97	0,73
SD(m+w)	3,02	3,21	1,41	SD(m+w)	3,98	4,30	1,70
MW (m-w)	-1,66	-1,16	-0,38	MW (m-w)	1,94	1,78	0,16
t	-1,54 ns	-1,00 ns	-0,74 ns	t	1,36 ns	1,14 ns	0,25 ns

Tab. 24d: **Aktivator-Gruppe**

Meßvariablen der einzelnen **männlichen** (1 - 13) und **weiblichen** (14 - 31) Probanden zu den Untersuchungszeitpunkten vor (T1) und nach (T2) der Behandlung. Die angegebenen Werte basieren auf dem Mittelwert der doppelten Messungen. Der t-Wert zur Untersuchung des Geschlechtsunterschiedes ist angegeben.

Overjet (mm)				Overbite (mm)			
Probanden	T1	T2	T1 - T2	Probanden	T1	T2	T1 - T2
1	8,00	2,00	6,00	1	2,75	2,25	0,50
2	5,75	3,00	2,75	2	5,50	4,00	1,50
3	7,25	3,00	4,25	3	3,00	3,00	0,00
4	12,00	3,00	9,00	4	5,25	3,00	2,25
5	7,00	2,75	4,25	5	3,00	2,00	1,00
6	7,00	3,50	3,50	6	4,50	3,50	1,00
7	9,00	1,00	8,00	7	5,75	1,00	4,75
8	8,50	3,75	4,75	8	5,50	4,00	1,50
9	10,00	6,25	3,75	9	2,50	3,75	- 1,25
10	9,00	3,00	6,00	10	2,25	1,25	1,00
11	8,75	2,00	6,75	11	2,00	2,00	0,00
12	12,00	3,25	8,75	12	4,25	4,00	0,25
13	4,25	2,00	2,25	13	3,25	2,25	1,00
MW (m)	8,35	2,96	5,38	MW (m)	3,81	2,77	1,04
SD (m)	2,22	1,24	2,23	SD (m)	1,37	1,05	1,41
14	6,50	2,75	3,75	14	4,75	1,50	3,25
15	5,00	2,00	3,00	15	1,25	3,00	-1,75
16	8,00	3,00	5,00	16	5,75	4,00	1,75
17	6,00	3,25	2,75	17	4,75	4,00	0,75
18	9,50	4,25	5,25	18	2,00	4,00	-2,00
19	8,75	5,00	3,75	19	5,75	5,00	0,75
20	10,00	4,50	5,50	20	5,00	4,50	0,50
21	11,75	2,75	9,00	21	4,25	1,00	3,25
22	8,00	2,75	5,25	22	1,25	2,75	-1,50
23	3,75	3,00	0,75	23	4,25	1,00	3,25
24	10,00	3,75	6,25	24	4,25	3,00	1,25
25	6,50	4,75	1,75	25	4,50	4,75	-0,25
26	5,75	3,00	2,75	26	4,00	2,00	2,00
27	6,00	3,00	3,00	27	4,50	3,75	0,75
28	7,75	6,00	1,75	28	1,00	3,00	-2,00
29	7,75	3,00	4,75	29	4,25	4,00	0,25
30	8,00	3,25	4,75	30	6,00	3,00	3,00
31	7,75	3,75	4,00	31	8,50	5,25	3,25
MW(w)	7,60	3,54	4,06	MW(w)	4,22	3,31	0,92
SD (w)	1,98	1,00	1,93	SD (w)	1,89	1,30	1,88
MW (m+w)	7,91	3,30	4,61	MW (m+w)	4,05	3,08	0,97
SD(m+w)	2,08	1,13	2,13	SD(m+w)	1,68	1,21	1,68
MW (m-w)	0,75	-0,58	1,33	MW (m-w)	-0,41	-0,54	0,12
t	0,99 ns	-1,44 ns	1,77 ns	t	-0,67 ns	-1,23 ns	0,20 ns

Tab. 25: **Tip-Edge-Gruppe**

Alter der einzelnen männlichen (1 - 7) und weiblichen (8 - 23) Probanden zu den Untersuchungszeitpunkten vor (T1), nach (T2) und 2 Jahre nach (T4) der Behandlung in Jahren.

Probanden	Alter (Jahre)					
	T1	T2	T4	T1 - T2	T1 - T4	T2 - T4
1	14,7	15,8	16,8	-1,1	-2,1	-1,0
2	10,5	13,0	14,8	-2,5	-4,3	-1,8
3	11,5	15,0	15,9	-3,5	-4,4	-0,9
4	10,4	16,6	18,1	-6,2	-7,7	-1,5
5	15,7	17,8	19,5	-2,1	-3,8	-1,7
6	11,9	12,8	14,3	-0,9	-2,4	-1,5
7	12,4	14,3	15,6	-1,9	-3,2	-1,3
MW (m)	12,4	15,0	16,4	-2,6	-4,0	-1,4
SD (m)	2,0	1,8	1,8	1,8	1,9	0,3
8	11,9	13,3	15,3	-1,4	-3,4	-2,0
9	10,4	12,1	13,3	-1,7	-2,9	-1,2
10	14,8	17,5	20,3	-2,7	-5,5	-2,8
11	10,3	12,5	14,8	-2,2	-4,5	-2,3
12	10,8	12,5	13,7	-1,7	-2,9	-1,2
13	16,4	19,0	22,1	-2,6	-5,7	-3,1
14	11,6	13,5	14,6	-1,9	-3,0	-1,1
15	11,1	13,9	14,1	-2,8	-3,0	-0,2
16	10,9	13,4	14,5	-2,5	-3,6	-1,1
17	11,2	13,5	14,5	-2,3	-3,3	-1,0
18	11,3	13,3	16,1	-2,0	-4,8	-2,8
19	13,3	14,4	16,3	-1,1	-3,0	-1,9
20	10,3	13,0	15,8	-2,7	-5,5	-2,8
21	10,6	12,3	14,8	-1,7	-4,2	-2,5
22	10,8	12,8	14,9	-2,0	-4,1	-2,1
23	8,8	11,3	13,0	-2,5	-4,2	-1,7
MW (w)	11,5	13,6	15,5	-2,1	-4,0	-1,9
SD (w)	1,9	2,0	2,4	0,5	1,0	0,8
MW (m+w)	11,8	14,1	15,8	-2,3	-4,0	-1,7
SD (m+w)	1,9	2,0	2,3	1,1	1,3	0,7

Tab. 26a: **Tip-Edge-Gruppe**

Meßvariablen der einzelnen **männlichen** (1 - 7) und **weiblichen** (8 - 23) Probanden zu den Untersuchungszeitpunkten vor (T1), nach (T2) und 2 Jahre nach (T4) der Behandlung. Die angegebenen Werte basieren auf dem Mittelwert der doppelten Messungen. Der t-Wert zur Untersuchung des Geschlechtsunterschiedes ist angegeben.

OE/NSL (Grad)

Probanden	T1	T2	T4	T1 - T2	T2 - T4	T1 - T4
1	22,00	22,00	22,75	0,00	-0,75	-0,75
2	27,25	24,75	23,00	2,50	1,75	4,25
3	27,00	16,25	17,00	10,75	-0,75	10,00
4	26,00	18,25	20,25	7,75	-2,00	5,75
5	22,00	16,75	16,00	5,25	0,75	6,00
6	12,25	11,75	11,75	0,50	0,00	0,50
7	25,00	21,50	23,25	3,50	-1,75	1,75
MW (m)	23,07	18,75	19,14	4,32	-0,39	3,93
SD (m)	5,24	4,35	4,38	3,90	1,34	3,72
8	21,50	18,50	17,25	3,00	1,25	4,25
9	27,00	31,25	27,00	-4,25	4,25	0,00
10	24,25	25,75	24,50	-1,50	1,25	-0,25
11	21,75	23,00	23,00	-1,25	0,00	-1,25
12	29,50	29,50	28,75	0,00	0,75	0,75
13	13,25	18,50	17,25	-5,25	1,25	-4,00
14	24,25	16,00	16,75	8,25	-0,75	7,50
15	21,75	21,25	25,25	0,50	-4,00	-3,50
16	23,00	23,75	24,50	-0,75	-0,75	-1,50
17	25,00	21,50	20,00	3,50	1,50	5,00
18	20,00	19,00	16,50	1,00	2,50	3,50
19	16,75	18,00	18,00	-1,25	0,00	-1,25
20	18,50	14,50	12,75	4,00	1,75	5,75
21	15,00	16,25	18,25	-1,25	-2,00	-3,25
22	17,50	19,50	17,25	-2,00	2,25	0,25
23	20,50	20,50	21,50	0,00	-1,00	-1,00
MW (w)	21,22	21,05	20,53	0,17	0,52	0,69
SD (w)	4,35	4,69	4,51	3,30	1,96	3,49
MW (m+w)	21,78	20,35	20,11	1,43	0,24	1,67
SD (m+w)	4,60	4,62	4,42	3,92	1,82	3,80
MW (m-w)	1,85	-2,30	-1,39	4,15	-0,91	3,24
t	0,88 ns	-1,10 ns	-0,68 ns	2,63 *	-1,11 ns	2,01 ns

Tab. 26b **Tip-Edge-Gruppe**

Meßvariablen der einzelnen **männlichen** (1 - 7) und **weiblichen** (8 - 23) Probanden zu den Untersuchungszeitpunkten vor (T1), nach (T2) und 2 Jahre nach (T4) der Behandlung. Die angegebenen Werte basieren auf dem Mittelwert der doppelten Messungen. Der t-Wert zur Untersuchung des Geschlechtsunterschiedes ist angegeben.

UE/NSL (Grad)

Probanden	T1	T2	T4	T1 - T2	T2 - T4	T1 - T4
1	14,25	19,00	19,00	-4,75	0,00	-4,75
2	17,25	21,25	15,00	-4,00	6,25	2,25
3	14,50	13,00	9,50	1,50	3,50	5,00
4	21,50	17,00	15,25	4,50	1,75	6,25
5	11,00	12,25	10,25	-1,25	2,00	0,75
6	6,75	11,25	6,50	-4,50	4,75	0,25
7	15,00	19,25	17,25	-4,25	2,00	-2,25
MW (m)	14,32	16,14	13,25	-1,82	2,89	1,07
SD (m)	4,64	3,95	4,56	3,60	2,10	3,86
8	14,50	14,00	11,25	0,50	2,75	3,25
9	18,25	30,00	22,00	-11,75	8,00	-3,75
10	17,00	19,75	21,00	-2,75	-1,25	-4,00
11	18,00	18,25	15,75	-0,25	2,50	2,25
12	23,75	25,50	25,00	-1,75	0,50	-1,25
13	6,75	12,75	11,00	-6,00	1,75	-4,25
14	16,25	15,00	11,25	1,25	3,75	5,00
15	17,00	17,75	19,50	-0,75	-1,75	-2,50
16	15,25	16,50	17,25	-1,25	-0,75	-2,00
17	16,25	17,00	15,25	-0,75	1,75	1,00
18	13,25	14,75	11,75	-1,50	3,00	1,50
19	11,25	14,00	11,75	-2,75	2,25	-0,50
20	8,75	10,50	6,00	-1,75	4,50	2,75
21	10,50	14,50	13,75	-4,00	0,75	-3,25
22	12,00	15,50	11,25	-3,50	4,25	0,75
23	14,25	18,50	18,50	-4,25	0,00	-4,25
MW (w)	14,56	17,14	15,14	-2,58	2,00	-0,58
SD (w)	4,15	4,82	5,06	3,08	2,48	3,01
MW (m+w)	14,49	16,84	14,57	-2,35	2,27	-0,08
SD (m+w)	4,20	4,51	4,89	3,18	2,36	3,29
MW (m-w)	-0,24	-1,00	-1,89	0,76	0,89	1,65
t	-0,12 ns	-0,48 ns	-0,85 ns	0,52 ns	0,83 ns	1,11 ns

Tab. 26c: **Tip-Edge-Gruppe**

Meßvariablen der einzelnen **männlichen** (1 - 7) und **weiblichen** (8 - 23) Probanden zu den Untersuchungszeitpunkten vor (T1), nach (T2) und 2 Jahre nach (T4) der Behandlung. Die angegebenen Werte basieren auf dem Mittelwert der doppelten Messungen. Der t-Wert zur Untersuchung des Geschlechtsunterschiedes ist angegeben.

FE/NSL (Grad)

Probanden	T1	T2	T4	T1 – T2	T2 - T4	T1 - T4
1	18,75	19,50	21,00	-0,75	-1,50	-2,25
2	20,50	22,75	19,50	-2,25	3,25	1,00
3	20,75	14,25	9,75	6,50	4,50	11,00
4	22,50	17,25	18,50	5,25	-1,25	4,00
5	17,25	13,75	13,50	3,50	0,25	3,75
6	12,25	12,00	9,00	0,25	3,00	3,25
7	22,00	18,00	20,00	4,00	-2,00	2,00
MW (m)	19,14	16,79	15,89	2,36	0,89	3,25
SD (m)	3,54	3,72	5,06	3,29	2,65	4,04
8	19,00	18,50	16,00	0,50	2,50	3,00
9	24,00	29,00	25,00	-5,00	4,00	-1,00
10	23,50	23,00	23,00	0,50	0,00	0,50
11	23,00	19,75	17,00	3,25	2,75	6,00
12	28,50	29,50	27,50	-1,00	2,00	1,00
13	13,50	15,25	14,25	-1,75	1,00	-0,75
14	17,75	15,75	14,25	2,00	1,50	3,50
15	24,00	21,25	22,00	2,75	-0,75	2,00
16	19,50	18,50	19,25	1,00	-0,75	0,25
17	21,50	19,00	17,50	2,50	1,50	4,00
18	19,25	17,50	14,75	1,75	2,75	4,50
19	16,50	17,00	15,75	-0,50	1,25	0,75
20	16,00	13,25	9,25	2,75	4,00	6,75
21	16,50	15,75	17,25	0,75	-1,50	-0,75
22	16,00	18,50	15,75	-2,50	2,75	0,25
23	20,00	20,75	20,75	-0,75	0,00	-0,75
MW (w)	19,91	19,52	18,08	0,39	1,44	1,83
SD (w)	3,94	4,52	4,62	2,23	1,68	2,51
MW (m+w)	19,67	18,68	17,41	0,99	1,27	2,26
SD (m+w)	3,76	4,40	4,76	2,68	1,98	3,03
MW (m-w)	-0,77	-2,73	-2,19	1,97	-0,55	1,42
t	-0,44 ns	-1,40 ns	-1,02 ns	1,68 ns	-0,60 ns	1,04 ns

Tab. 26d: **Tip-Edge-Gruppe**

Meßvariablen der einzelnen **männlichen** (1 - 7) und **weiblichen** (8 - 23) Probanden zu den Untersuchungszeitpunkten vor (T1), nach (T2) und 2 Jahre nach (T4) der Behandlung. Die angegebenen Werte basieren auf dem Mittelwert der doppelten Messungen. Der t-Wert zur Untersuchung des Geschlechtsunterschiedes ist angegeben.

ML/NSL (Grad)

Probanden	T1	T2	T4	T1 - T2	T2 - T4	T1 - T4
1	36,50	36,25	36,00	0,25	0,25	0,50
2	36,00	36,50	33,25	-0,50	3,25	2,75
3	34,00	33,75	32,00	0,25	1,75	2,00
4	41,00	34,00	33,75	7,00	0,25	7,25
5	31,00	29,50	28,25	1,50	1,25	2,75
6	21,75	23,75	20,25	-2,00	3,50	1,50
7	35,00	36,00	36,25	-1,00	-0,25	-1,25
MW (m)	33,61	32,82	31,39	0,79	1,43	2,21
SD (m)	6,03	4,67	5,60	2,95	1,49	2,63
8	31,75	32,00	30,00	-0,25	2,00	1,75
9	39,00	43,00	39,00	-4,00	4,00	0,00
10	33,75	34,50	35,00	-0,75	-0,50	-1,25
11	35,75	36,00	33,75	-0,25	2,25	2,00
12	39,00	40,00	39,00	-1,00	1,00	0,00
13	28,00	28,25	28,00	-0,25	0,25	0,00
14	33,50	32,00	31,00	1,50	1,00	2,50
15	36,75	35,00	36,00	1,75	-1,00	0,75
16	30,00	31,75	31,25	-1,75	0,50	-1,25
17	34,25	34,75	35,25	-0,50	-0,50	-1,00
18	26,00	25,50	22,50	0,50	3,00	3,50
19	32,00	33,50	31,75	-1,50	1,75	0,25
20	21,00	21,50	18,50	-0,50	3,00	2,50
21	27,25	29,00	27,75	-1,75	1,25	-0,50
22	33,00	34,25	33,00	-1,25	1,25	0,00
23	33,75	37,25	37,00	-3,50	0,25	-3,25
MW (w)	32,17	33,02	31,80	-0,84	1,22	0,38
SD (w)	4,82	5,28	5,62	1,52	1,40	1,73
MW (m+w)	32,61	32,96	31,67	-0,35	1,28	0,93
SD (m+w)	5,12	5,00	5,49	2,13	1,40	2,16
MW (m-w)	1,44	-0,20	-0,41	1,63	0,21	1,83
t	0,61 ns	-0,08 ns	-0,16 ns	1,77 ns	0,32 ns	2,00 ns

Tab. 26e: **Tip-Edge-Gruppe**

Meßvariablen der einzelnen **männlichen** (1 - 7) und **weiblichen** (8 - 23) Probanden zu den Untersuchungszeitpunkten vor (T1), nach (T2) und 2 Jahre nach (T4) der Behandlung. Die angegebenen Werte basieren auf dem Mittelwert der doppelten Messungen. Der t-Wert zur Untersuchung des Geschlechtsunterschiedes ist angegeben.

NL/NSL (Grad)

Probanden	T1	T2	T4	T1 - T2	T2 - T4	T1 - T4
1	12,50	11,00	11,50	1,50	-0,50	1,00
2	10,50	11,25	12,00	-0,75	-0,75	-1,50
3	5,50	5,25	5,00	0,25	0,25	0,50
4	8,75	7,50	9,50	1,25	-2,00	-0,75
5	8,75	7,75	7,25	1,00	0,50	1,50
6	1,75	2,75	5,25	-1,00	-2,50	-3,50
7	9,75	11,25	12,25	-1,50	-1,00	-2,50
MW (m)	8,21	8,11	8,96	0,11	-0,86	-0,75
SD (m)	3,55	3,30	3,14	1,20	1,10	1,87
8	12,00	10,75	10,50	1,25	0,25	1,50
9	8,50	10,25	6,50	-1,75	3,75	2,00
10	13,25	12,50	13,50	0,75	-1,00	-0,25
11	7,75	8,00	6,75	-0,25	1,25	1,00
12	11,75	13,00	11,25	-1,25	1,75	0,50
13	5,00	5,50	5,00	-0,50	0,50	0,00
14	4,00	4,00	4,00	0,00	0,00	0,00
15	10,25	6,50	9,25	3,75	-2,75	1,00
16	9,75	10,50	12,25	-0,75	-1,75	-2,50
17	6,50	7,00	7,00	-0,50	0,00	-0,50
18	5,50	5,50	4,75	0,00	0,75	0,75
19	5,75	5,00	5,75	0,75	-0,75	0,00
20	3,50	3,50	4,00	0,00	-0,50	-0,50
21	3,00	1,75	2,75	1,25	-1,00	0,25
22	2,25	3,00	2,50	-0,75	0,50	-0,25
23	4,00	5,25	6,50	-1,25	-1,25	-2,50
MW (w)	7,05	7,00	7,02	0,05	-0,02	0,03
SD (w)	3,51	3,47	3,39	1,32	1,52	1,22
MW (m+w)	7,40	7,34	7,61	0,07	-0,27	-0,21
SD (m+w)	3,48	3,39	3,37	1,26	1,44	1,45
MW (m-w)	1,16	1,11	1,94	0,06	-0,84	-0,78
t	0,73 ns	0,71 ns	1,30 ns	0,10 ns	-1,31 ns	-1,20 ns

Tab. 26f: **Tip-Edge-Gruppe**

Meßvariablen der einzelnen **männlichen** (1 - 7) und **weiblichen** (8 - 23) Probanden zu den Untersuchungszeitpunkten vor (T1), nach (T2) und 2 Jahre nach (T4) der Behandlung. Die angegebenen Werte basieren auf dem Mittelwert der doppelten Messungen. Der t-Wert zur Untersuchung des Geschlechtsunterschiedes ist angegeben.

ML/NL (Grad)

Probanden	T1	T2	T4	T1 - T2	T2 - T4	T1 - T4
1	24,00	25,25	24,50	-1,25	0,75	-0,50
2	25,50	25,25	21,25	0,25	4,00	4,25
3	28,50	28,50	27,00	0,00	1,50	1,50
4	32,25	26,50	24,25	5,75	2,25	8,00
5	22,25	21,75	21,00	0,50	0,75	1,25
6	20,00	21,00	15,00	-1,00	6,00	5,00
7	25,25	24,75	24,00	0,50	0,75	1,25
MW (m)	25,39	24,71	22,43	0,68	2,29	2,96
SD (m)	4,03	2,60	3,86	2,34	2,02	2,92
8	19,75	21,25	19,50	-1,50	1,75	0,25
9	30,50	32,75	32,50	-2,25	0,25	-2,00
10	20,50	22,00	21,50	-1,50	0,50	-1,00
11	28,00	28,00	27,00	0,00	1,00	1,00
12	27,25	27,00	27,75	0,25	-0,75	-0,50
13	23,00	22,75	23,00	0,25	-0,25	0,00
14	29,50	28,00	27,00	1,50	1,00	2,50
15	26,50	28,50	26,75	-2,00	1,75	-0,25
16	20,25	21,25	19,00	-1,00	2,25	1,25
17	27,75	27,75	28,25	0,00	-0,50	-0,50
18	20,50	20,00	17,75	0,50	2,25	2,75
19	26,25	28,50	26,00	-2,25	2,50	0,25
20	17,50	18,00	14,50	-0,50	3,50	3,00
21	24,25	27,25	25,00	-3,00	2,25	-0,75
22	30,75	31,25	30,50	-0,50	0,75	0,25
23	29,75	32,00	30,50	-2,25	1,50	-0,75
MW (w)	25,13	26,02	24,78	-0,89	1,23	0,34
SD (w)	4,34	4,52	5,11	1,27	1,20	1,42
MW (m+w)	25,21	25,62	24,07	-0,41	1,55	1,14
SD (m+w)	4,16	4,02	4,81	1,77	1,53	2,29
MW (m-w)	0,27	-1,30	-2,35	1,57	1,05	2,62
t	0,14 ns	-0,71 ns	-1,08 ns	2,10 *	1,57 ns	2,94 **

Tab. 26g: **Tip-Edge-Gruppe**

Meßvariablen der einzelnen **männlichen** (1 - 7) und **weiblichen** (8 - 23) Probanden zu den Untersuchungszeitpunkten vor (T1), nach (T2) und 2 Jahre nach (T4) der Behandlung. Die angegebenen Werte basieren auf dem Mittelwert der doppelten Messungen. Der t-Wert zur Untersuchung des Geschlechtsunterschiedes ist angegeben.

Overjet (mm)

Probanden	T1	T2	T4	T1 - T2	T2 - T4	T1 - T4
1	5,50	2,00	2,00	3,50	0,00	3,50
2	5,25	1,75	3,50	3,50	-1,75	1,75
3	5,25	2,00	1,75	3,25	0,25	3,50
4	9,00	2,00	3,00	7,00	-1,00	6,00
5	3,00	2,00	2,00	1,00	0,00	1,00
6	3,75	1,00	3,50	2,75	-2,50	0,25
7	4,75	1,25	3,00	3,50	-1,75	1,75
MW (m)	5,21	1,71	2,68	3,50	-0,96	2,54
SD (m)	1,90	0,42	0,75	1,79	1,07	1,94
8	3,50	1,50	3,00	2,00	-1,50	0,50
9	6,25	1,25	2,50	5,00	-1,25	3,75
10	3,50	3,00	2,50	0,50	0,50	1,00
11	7,00	2,50	2,25	4,50	0,25	4,75
12	5,00	1,50	3,00	3,50	-1,50	2,00
13	9,00	2,00	2,50	7,00	-0,50	6,50
14	4,25	2,50	3,25	1,75	-0,75	1,00
15	8,25	2,00	3,00	6,25	-1,00	5,25
16	6,00	2,50	2,25	3,50	0,25	3,75
17	5,50	3,25	3,50	2,25	-0,25	2,00
18	4,00	1,75	1,75	2,25	0,00	2,25
19	4,00	2,00	3,00	2,00	-1,00	1,00
20	3,75	2,25	2,50	1,50	-0,25	1,25
21	4,25	0,50	2,00	3,75	-1,50	2,25
22	12,50	1,50	5,75	11,00	-4,25	6,75
23	7,00	1,75	2,25	5,25	-0,50	4,75
MW (w)	5,86	1,98	2,81	3,88	-0,83	3,05
SD (w)	2,46	0,69	0,92	2,63	1,12	2,05
MW (m+w)	5,66	1,90	2,77	3,76	-0,87	2,89
SD (m+w)	2,28	0,62	0,85	2,37	1,09	1,99
MW (m-w)	-0,65	-0,27	-0,13	-0,38	-0,13	-0,51
t	-0,62 ns	-0,95 ns	-0,34 ns	-0,34 ns	-0,27 ns	-0,56 ns

Tab. 26h: **Tip-Edge-Gruppe**

Meßvariablen der einzelnen **männlichen** (1 - 7) und **weiblichen** (8 - 23) Probanden zu den Untersuchungszeitpunkten vor (T1), nach (T2) und 2 Jahre nach (T4) der Behandlung. Die angegebenen Werte basieren auf dem Mittelwert der doppelten Messungen. Der t-Wert zur Untersuchung des Geschlechtsunterschiedes ist angegeben.

Overbite (mm)

Probanden	T1	T2	T4	T1 - T2	T2 - T4	T1 - T4
1	6,50	1,50	1,50	5,00	0,00	5,00
2	7,75	2,00	5,50	5,75	-3,50	2,25
3	8,00	2,50	3,25	5,50	-0,75	4,75
4	3,50	1,00	2,75	2,50	-1,75	0,75
5	6,50	1,00	3,00	5,50	-2,00	3,50
6	3,00	0,50	2,25	2,50	-1,75	0,75
7	6,75	-0,25	3,25	7,00	-3,50	3,50
MW (m)	6,00	1,18	3,07	4,82	-1,89	2,93
SD (m)	1,97	0,92	1,24	1,70	1,30	1,74
8	4,00	1,50	3,25	2,50	-1,75	0,75
9	6,25	0,75	2,50	5,50	-1,75	3,75
10	5,00	2,00	1,50	3,00	0,50	3,50
11	3,25	2,25	2,75	1,00	-0,50	0,50
12	4,25	1,00	2,25	3,25	-1,25	2,00
13	4,00	2,25	3,00	1,75	-0,75	1,00
14	5,00	0,50	2,75	4,50	-2,25	2,25
15	2,50	0,75	2,50	1,75	-1,75	0,00
16	6,00	2,50	3,00	3,50	-0,50	3,00
17	5,00	2,75	3,75	2,25	-1,00	1,25
18	5,00	1,50	2,25	3,50	-0,75	2,75
19	4,00	2,00	3,75	2,00	-1,75	0,25
20	6,00	1,75	3,75	4,25	-2,00	2,25
21	3,25	0,50	2,00	2,75	-1,50	1,25
22	3,50	1,50	4,00	2,00	-2,50	-0,50
23	4,75	0,00	1,75	4,75	-1,75	3,00
MW (w)	4,48	1,47	2,80	3,02	-1,33	1,69
SD (w)	1,08	0,81	0,76	1,26	0,78	1,31
MW (m+w)	4,95	1,38	2,88	3,57	-1,50	2,07
SD (m+w)	1,54	0,84	0,91	1,61	0,97	1,53
MW (m-w)	1,52	-0,29	0,27	1,80	-0,56	1,24
t	2,40 *	-0,76 ns	0,66 ns	2,85 **	-1,30 ns	1,89 ns

Tab. 27: **Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung**

Alter der einzelnen männlichen (1 - 12) und weiblichen (13 - 14) Probanden zu den Untersuchungszeitpunkten vor (T1), nach (T2), 0,5 Jahre nach (T3), 2 Jahre nach (T4) und 4 Jahre nach (T5) der Behandlung in Jahren.

Probanden	Alter (Jahre)				
	T1	T2	T3	T4	T5
1	11,4	11,9	12,3	13,9	15,9
2	8,1	8,6	9,1	10,6	12,6
3	12,1	12,7	13,2	14,7	16,6
4	11,6	12,2	12,7	14,3	16,3
5	11,6	12,1	12,6	14,2	16,3
6	11,8	12,4	12,9	14,4	16,3
7	12,6	13,3	13,8	15,3	17,1
8	10,6	11,2	11,7	13,2	15,1
9	11,7	12,3	12,8	14,8	16,3
10	13,3	13,8	14,3	15,8	17,8
11	11,3	11,9	12,4	13,9	15,9
12	11,4	12,0	12,5	13,8	16,8
MW(m)	11,5	12,0	12,5	14,1	16,1
SD(m)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
13	12,6	13,3	13,8	15,4	17,4
14	10,8	11,4	11,9	13,4	15,4
MW(w)	11,7	12,4	12,9	14,4	16,4
SD(w)	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4
MW(m+w)	11,5	12,1	12,6	14,1	16,1
SD(m+w)	1,2	1,2	1,2	1,3	1,2

Probanden	Alter (Jahre)				
	T1 - T2	T2 - T3	T2 - T4	T2 - T5	T1 - T5
1	-0,5	-0,4	-2,0	-4,0	-4,5
2	-0,5	-0,5	-2,0	-4,0	-4,5
3	-0,6	-0,5	-2,0	-3,9	-4,5
4	-0,6	-0,5	-2,1	-4,1	-4,7
5	-0,5	-0,5	-2,1	-4,2	-4,7
6	-0,6	-0,5	-2,0	-3,9	-4,5
7	-0,7	-0,5	-2,0	-3,8	-4,5
8	-0,6	-0,5	-2,0	-3,9	-4,5
9	-0,6	-0,5	-2,5	-4,0	-4,6
10	-0,5	-0,5	-2,0	-4,0	-4,5
11	-0,6	-0,5	-2,0	-4,0	-4,6
12	-0,6	-0,5	-1,8	-4,8	-5,4
MW(m)	-0,6	-0,5	-2,0	-4,1	-4,6
SD(m)	0,1	0,0	0,2	0,3	0,3
13	-0,7	-0,5	-2,1	-4,1	-4,8
14	-0,6	-0,5	-2,0	-4,0	-4,6
MW(w)	-0,7	-0,5	-2,1	-4,1	-4,7
SD(w)	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
MW(m+w)	-0,6	-0,5	-2,0	-4,1	-4,6
SD(m+w)	0,1	0,0	0,2	0,2	0,2

Tab. 28a: **Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung**

Meßvariablen der einzelnen männlichen (1 - 12) und weiblichen (13 - 14) Probanden zu den Untersuchungszeitpunkten vor (T1), nach (T2), 0,5 Jahre nach (T3), 2 Jahre nach (T4) und 4 Jahre nach (T5) der Behandlung. Die angegebenen Werte basieren auf dem Mittelwert der doppelten Messungen. Der t-Wert zur Untersuchung des Geschlechtsunterschiedes ist angegeben.

OE/NSL (Grad)

Probanden	T1	T2	T3	T4	T5
1	20,00	19,75	21,00	20,75	18,00
2	17,50	19,75	15,75	16,00	14,25
3	22,25	24,25	26,75	25,00	23,75
4	18,75	20,00	18,50	19,25	20,75
5	23,00	25,25	23,25	22,00	19,25
6	22,00	21,00	21,00	20,00	18,75
7	18,00	19,50	19,75	18,75	16,25
8	27,00	28,00	27,00	25,00	23,25
9	28,75	30,00	28,00	28,00	30,00
10	23,50	26,25	24,00	22,25	20,00
11	18,75	20,00	19,00	19,25	16,75
12	23,00	24,00	24,00	24,00	20,50
MW (m)	21,88	23,15	22,33	21,69	20,13
SD (m)	3,52	3,66	3,80	3,36	4,15
13	19,75	16,50	20,00	19,25	19,75
14	27,00	26,00	27,75	28,25	26,50
MW (w)	23,38	21,25	23,88	23,75	23,13
SD (w)	5,13	6,72	5,48	6,36	4,77
MW (m+w)	22,09	22,88	22,55	21,98	20,55
SD (m+w)	3,58	3,91	3,86	3,64	4,18
MW (m-w)	-1,50	1,90	-1,54	-2,06	-3,00
t	-0,53 ns	0,62 ns	-0,51 ns	-0,73 ns	-0,93 ns

Probanden	T1 - T2	T2 - T3	T2 - T4	T2 - T5	T1 - T5
1	0,25	-1,25	-1,00	1,75	2,00
2	-2,25	4,00	3,75	5,50	3,25
3	-2,00	-2,50	-0,75	0,50	-1,50
4	-1,25	1,50	0,75	-0,75	-2,00
5	-2,25	2,00	3,25	6,00	3,75
6	1,00	0,00	1,00	2,25	3,25
7	-1,50	-0,25	0,75	3,25	1,75
8	-1,00	1,00	3,00	4,75	3,75
9	-1,25	2,00	2,00	0,00	-1,25
10	-2,75	2,25	4,00	6,25	3,50
11	-1,25	1,00	0,75	3,25	2,00
12	-1,00	0,00	0,00	3,50	2,50
MW (m)	-1,27	0,81	1,46	3,02	1,75
SD (m)	1,06	1,74	1,72	2,35	2,13
13	3,25	-3,50	-2,75	-3,25	0,00
14	1,00	-1,75	-2,25	-0,50	0,50
MW (w)	2,13	-2,63	-2,50	-1,88	0,25
SD (w)	1,59	1,24	0,35	1,94	0,35
MW (m+w)	-0,79	0,32	0,89	2,32	1,54
SD (m+w)	1,63	2,06	2,14	2,85	2,04
MW (m-w)	-3,40	3,44	3,96	4,90	1,50
t	-3,99 **	2,64 *	3,14 **	2,76 *	0,96 ns

Tab. 28b: **Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung**

Meßvariablen der einzelnen männlichen (1 - 12) und weiblichen (13 - 14) Probanden zu den Untersuchungszeitpunkten vor (T1), nach (T2), 0,5 Jahre nach (T3), 2 Jahre nach (T4) und 4 Jahre nach (T5) der Behandlung. Die angegebenen Werte basieren auf dem Mittelwert der doppelten Messungen. Der t-Wert zur Untersuchung des Geschlechtsunterschiedes ist angegeben.

UE/NSL (Grad)

Probanden	T1	T2	T3	T4	T5
1	11,00	15,25	13,50	12,25	10,50
2	11,00	15,25	8,75	10,25	6,50
3	15,25	18,00	16,50	17,00	13,50
4	9,50	13,00	11,25	11,75	13,00
5	11,00	18,50	14,75	13,25	6,75
6	12,25	16,25	14,25	12,00	12,00
7	12,00	17,00	15,00	15,00	11,00
8	16,50	20,00	19,75	19,00	13,25
9	22,00	25,00	21,75	21,75	23,75
10	19,00	23,50	19,75	17,00	14,50
11	8,25	14,00	10,50	9,00	8,00
12	21,25	22,00	20,75	21,00	15,50
MW (m)	14,08	18,15	15,54	14,94	12,35
SD (m)	4,64	3,81	4,25	4,20	4,64
13	13,25	13,00	15,25	12,50	13,00
14	14,75	18,75	18,00	19,75	16,50
MW (w)	14,00	15,88	16,63	16,13	14,75
SD (w)	1,06	4,07	1,94	5,13	2,47
MW (m+w)	14,07	17,82	15,70	15,11	12,70
SD (m+w)	4,28	3,77	3,97	4,14	4,41
MW (m-w)	0,08	2,27	-1,08	-1,19	-2,40
t	0,02 ns	0,78 ns	-0,35 ns	-0,36 ns	-0,70 ns

Probanden	T1 - T2	T2 - T3	T2 - T4	T2 - T5	T1 - T5
1	-4,25	1,75	3,00	4,75	0,50
2	-4,25	6,50	5,00	8,75	4,50
3	-2,75	1,50	1,00	4,50	1,75
4	-3,50	1,75	1,25	0,00	-3,50
5	-7,50	3,75	5,25	11,75	4,25
6	-4,00	2,00	4,25	4,25	0,25
7	-5,00	2,00	2,00	6,00	1,00
8	-3,50	0,25	1,00	6,75	3,25
9	-3,00	3,25	3,25	1,25	-1,75
10	-4,50	3,75	6,50	9,00	4,50
11	-5,75	3,50	5,00	6,00	0,25
12	-0,75	1,25	1,00	6,50	5,75
MW (m)	-4,06	2,60	3,21	5,79	1,73
SD (m)	1,66	1,65	1,97	3,24	2,80
13	0,25	-2,25	0,50	0,00	0,25
14	-4,00	0,75	-1,00	2,25	-1,75
MW (w)	-1,88	-0,75	-0,25	1,13	-0,75
SD (w)	3,01	2,12	1,06	1,59	1,41
MW (m+w)	-3,75	2,13	2,71	5,13	1,38
SD (m+w)	1,91	2,03	2,22	3,46	2,75
MW (m-w)	-2,19	3,35	3,46	4,67	2,48
t	-1,58 ns	2,59 *	2,37 *	1,95 ns	1,20 ns

Tab. 28c: **Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung**

Meßvariablen der einzelnen männlichen (1 - 12) und weiblichen (13 - 14) Probanden zu den Untersuchungszeitpunkten vor (T1), nach (T2), 0,5 Jahre nach (T3), 2 Jahre nach (T4) und 4 Jahre nach (T5) der Behandlung. Die angegebenen Werte basieren auf dem Mittelwert der doppelten Messungen. Der t-Wert zur Untersuchung des Geschlechtsunterschiedes ist angegeben.

FE/NSL (Grad)

Probanden	T1	T2	T3	T4	T5
1	19,50	22,00	20,25	18,75	16,50
2	18,50	21,50	16,00	17,25	13,75
3	18,75	21,25	22,50	21,50	18,50
4	20,50	21,50	17,50	16,75	17,25
5	20,00	25,25	20,00	20,00	16,25
6	18,25	19,00	18,50	16,75	16,25
7	17,25	20,50	20,00	16,50	14,00
8	24,00	25,50	25,50	22,50	19,75
9	26,50	28,25	26,00	26,00	25,50
10	22,25	26,25	25,25	22,75	19,25
11	16,50	19,75	17,50	17,25	13,50
12	23,75	24,25	25,00	25,50	19,50
MW (m)	20,48	22,92	21,17	20,13	17,50
SD (m)	3,04	2,90	3,56	3,47	3,35
13	18,25	18,50	19,25	18,00	17,00
14	22,75	23,75	24,75	26,00	22,50
MW (w)	20,50	21,13	22,00	22,00	19,75
SD (w)	3,18	3,71	3,89	5,66	3,89
MW (m+w)	20,48	22,66	21,29	20,39	17,82
SD (m+w)	2,93	2,93	3,46	3,62	3,37
MW (m-w)	-0,02	1,79	-0,83	-1,88	-2,25
t	-0,01 ns	0,79 ns	-0,30 ns	-0,66 ns	-0,87 ns

Probanden	T1 - T2	T2 - T3	T2 - T4	T2 - T5	T1 - T5
1	-2,50	1,75	3,25	5,50	3,00
2	-3,00	5,50	4,25	7,75	4,75
3	-2,50	-1,25	-0,25	2,75	0,25
4	-1,00	4,00	4,75	4,25	3,25
5	-5,25	5,25	5,25	9,00	3,75
6	-0,75	0,50	2,25	2,75	2,00
7	-3,25	0,50	4,00	6,50	3,25
8	-1,50	0,00	3,00	5,75	4,25
9	-1,75	2,25	2,25	2,75	1,00
10	-4,00	1,00	3,50	7,00	3,00
11	-3,25	2,25	2,50	6,25	3,00
12	-0,50	-0,75	-1,25	4,75	4,25
MW (m)	-2,44	1,75	2,79	5,42	2,98
SD (m)	1,41	2,21	1,92	2,04	1,33
13	-0,25	-0,75	0,50	1,50	1,25
14	-1,00	-1,00	-2,25	1,25	0,25
MW (w)	-0,63	-0,88	-0,88	1,38	0,75
SD (w)	0,53	0,18	1,94	0,18	0,71
MW (m+w)	-2,18	1,38	2,27	4,84	2,66
SD (m+w)	1,47	2,25	2,28	2,39	1,48
MW (m-w)	-1,81	2,63	3,67	4,04	2,23
t	-1,75 ns	1,62 ns	2,50 *	2,71 *	2,26 *

Tab. 28d: **Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung**

Meßvariablen der einzelnen männlichen (1 - 12) und weiblichen (13 - 14) Probanden zu den Untersuchungszeitpunkten vor (T1), nach (T2), 0,5 Jahre nach (T3), 2 Jahre nach (T4) und 4 Jahre nach (T5) der Behandlung. Die angegebenen Werte basieren auf dem Mittelwert der doppelten Messungen. Der t-Wert zur Untersuchung des Geschlechtsunterschiedes ist angegeben.

ML/NSL (Grad)

Probanden	T1	T2	T3	T4	T5
1	25,00	23,50	23,75	23,25	21,50
2	30,50	30,50	28,00	29,75	28,25
3	24,00	23,50	24,00	22,25	19,75
4	30,50	30,00	30,00	30,00	30,00
5	29,75	30,00	29,00	28,50	24,50
6	30,25	31,00	30,75	29,00	27,75
7	31,75	30,75	30,75	29,25	27,50
8	31,00	32,00	31,75	32,00	29,50
9	35,75	34,50	33,75	32,25	32,25
10	35,25	36,25	35,25	35,00	33,75
11	32,25	31,00	31,00	29,50	27,50
12	37,00	37,75	37,00	37,25	30,75
MW (m)	31,08	30,90	30,42	29,83	27,75
SD (m)	3,89	4,28	3,97	4,22	4,13
13	32,00	29,75	34,00	32,25	31,75
14	39,25	37,50	39,00	40,25	38,25
MW (w)	35,63	33,63	36,50	36,25	35,00
SD (w)	5,13	5,48	3,54	5,66	4,60
MW (m+w)	31,73	31,29	31,29	30,75	28,79
SD (m+w)	4,19	4,33	4,38	4,79	4,79
MW (m-w)	-4,54	-2,73	-6,08	-6,42	-7,25
t	-1,48 ns	-0,81 ns	-2,02 ns	-1,93 ns	-2,28 *

Probanden	T1 - T2	T2 - T3	T2 - T4	T2 - T5	T1 - T5
1	1,50	-0,25	0,25	2,00	3,50
2	0,00	2,50	0,75	2,25	2,25
3	0,50	-0,50	1,25	3,75	4,25
4	0,50	0,00	0,00	0,00	0,50
5	-0,25	1,00	1,50	5,50	5,25
6	-0,75	0,25	2,00	3,25	2,50
7	1,00	0,00	1,50	3,25	4,25
8	-1,00	0,25	0,00	2,50	1,50
9	1,25	0,75	2,25	2,25	3,50
10	-1,00	1,00	1,25	2,50	1,50
11	1,25	0,00	1,50	3,50	4,75
12	-0,75	0,75	0,50	7,00	6,25
MW (m)	0,19	0,48	1,06	3,15	3,33
SD (m)	0,94	0,80	0,75	1,77	1,72
13	2,25	-4,25	-2,50	-2,00	0,25
14	1,75	-1,50	-2,75	-0,75	1,00
MW (w)	2,00	-2,88	-2,63	-1,38	0,63
SD (w)	0,35	1,94	0,18	0,88	0,53
MW (m+w)	0,45	0,00	0,54	2,50	2,95
SD (m+w)	1,09	1,52	1,51	2,33	1,87
MW (m-w)	-1,81	3,35	3,69	4,52	2,71
t	-2,62 *	4,63 ***	6,71 ***	3,45 **	2,14 ns

Tab. 28e: **Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung**

Meßvariablen der einzelnen männlichen (1 - 12) und weiblichen (13 - 14) Probanden zu den Untersuchungszeitpunkten vor (T1), nach (T2), 0,5 Jahre nach (T3), 2 Jahre nach (T4) und 4 Jahre nach (T5) der Behandlung. Die angegebenen Werte basieren auf dem Mittelwert der doppelten Messungen. Der t-Wert zur Untersuchung des Geschlechtsunterschiedes ist angegeben.

NL/NSL (Grad)

Probanden	T1	T2	T3	T4	T5
1	7,00	6,50	6,50	8,25	8,75
2	5,50	6,50	4,75	5,25	4,50
3	8,25	8,50	9,50	9,75	9,25
4	5,00	6,00	6,75	6,50	7,50
5	4,50	4,25	3,50	4,75	4,00
6	7,00	6,50	7,00	5,50	5,50
7	5,00	5,75	4,75	5,25	5,50
8	8,50	8,50	8,50	9,25	10,00
9	7,50	7,75	7,75	6,50	8,75
10	9,50	8,50	9,75	11,50	9,50
11	6,25	6,25	6,00	6,75	6,75
12	4,75	5,50	5,00	5,00	4,25
MW (m)	6,56	6,71	6,65	7,02	7,02
SD (m)	1,66	1,35	1,97	2,18	2,22
13	3,50	0,25	4,00	4,25	3,75
14	11,50	12,00	13,50	16,75	14,25
MW (w)	7,50	6,13	8,75	10,50	9,00
SD (w)	5,66	8,31	6,72	8,84	7,42
MW (m+w)	6,70	6,61	6,95	7,52	7,30
SD (m+w)	2,21	2,61	2,71	3,41	2,99
MW (m-w)	-0,94	0,58	-2,10	-3,48	-1,98
t	-0,54 ns	0,28 ns	-1,02 ns	-1,38 ns	-0,86 ns

Probanden	T1 - T2	T2 - T3	T2 - T4	T2 - T5	T1 - T5
1	0,50	0,00	-1,75	-2,25	-1,75
2	-1,00	1,75	1,25	2,00	1,00
3	0,00	-1,25	-1,50	-1,00	-1,00
4	-1,00	-0,75	-0,50	-1,50	-2,50
5	0,25	0,75	-0,50	0,25	0,50
6	0,50	-0,50	1,00	1,00	1,50
7	-0,75	1,00	0,50	0,25	-0,50
8	0,00	0,00	-0,75	-1,50	-1,50
9	-0,25	0,00	1,25	-1,00	-1,25
10	1,00	-1,25	-3,00	-1,00	0,00
11	0,00	0,25	-0,50	-0,50	-0,50
12	-0,75	0,50	0,50	1,25	0,50
MW (m)	-0,15	0,06	-0,31	-0,31	-0,46
SD (m)	0,64	0,87	1,29	1,28	1,20
13	3,25	-3,75	-4,00	-3,50	-0,25
14	-0,50	-1,50	-4,75	-2,25	-2,75
MW (w)	1,38	-2,63	-4,38	-2,88	-1,50
SD (w)	2,65	1,59	0,53	0,88	1,77
MW (m+w)	0,07	-0,32	-0,89	-0,68	-0,61
SD (m+w)	1,09	1,34	1,90	1,52	1,27
MW (m-w)	-1,52	2,69	4,06	2,56	1,04
t	-2,03 ns	3,70 **	4,27 **	2,68 *	1,08 ns

Tab. 28f: **Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung**

Meßvariablen der einzelnen männlichen (1 - 12) und weiblichen (13 - 14) Probanden zu den Untersuchungszeitpunkten vor (T1), nach (T2), 0,5 Jahre nach (T3), 2 Jahre nach (T4) und 4 Jahre nach (T5) der Behandlung. Die angegebenen Werte basieren auf dem Mittelwert der doppelten Messungen. Der t-Wert zur Untersuchung des Geschlechtsunterschiedes ist angegeben.

ML/NL (Grad)

Probanden	T1	T2	T3	T4	T5
1	18,00	17,00	17,25	15,00	12,75
2	25,00	24,00	23,25	24,50	23,75
3	15,75	15,00	14,50	12,50	10,50
4	25,50	24,00	23,25	23,50	22,50
5	25,25	25,75	25,50	23,75	20,50
6	23,25	24,50	23,75	23,50	22,25
7	26,75	25,00	26,00	24,00	22,00
8	22,50	23,50	23,25	22,75	19,50
9	28,25	26,75	26,00	25,75	23,50
10	25,75	27,75	25,50	23,50	24,25
11	26,00	24,75	25,00	22,75	20,75
12	32,25	32,25	32,00	32,25	26,50
MW (m)	24,52	24,19	23,77	22,81	20,73
SD (m)	4,36	4,52	4,42	4,97	4,67
13	28,50	29,50	30,00	28,00	28,00
14	27,75	25,50	25,50	23,50	24,00
MW (w)	28,13	27,50	27,75	25,75	26,00
SD (w)	0,53	2,83	3,18	3,18	2,83
MW (m+w)	25,04	24,66	24,34	23,23	21,48
SD (m+w)	4,22	4,40	4,40	4,78	4,76
MW (m-w)	-3,60	-3,31	-3,98	-2,94	-5,27
t	-1,13 ns	-0,98 ns	-1,20 ns	-0,79 ns	-1,52 ns

Probanden	T1 - T2	T2 - T3	T2 - T4	T2 - T5	T1 - T5
1	1,00	-0,25	2,00	4,25	5,25
2	1,00	0,75	-0,50	0,25	1,25
3	0,75	0,50	2,50	4,50	5,25
4	1,50	0,75	0,50	1,50	3,00
5	-0,50	0,25	2,00	5,25	4,75
6	-1,25	0,75	1,00	2,25	1,00
7	1,75	-1,00	1,00	3,00	4,75
8	-1,00	0,25	0,75	4,00	3,00
9	1,50	0,75	1,00	3,25	4,75
10	-2,00	2,25	4,25	3,50	1,50
11	1,25	-0,25	2,00	4,00	5,25
12	0,00	0,25	0,00	5,75	5,75
MW (m)	0,33	0,42	1,38	3,46	3,79
SD (m)	1,25	0,79	1,27	1,56	1,75
13	-1,00	-0,50	1,50	1,50	0,50
14	2,25	0,00	2,00	1,50	3,75
MW (w)	0,63	-0,25	1,75	1,50	2,13
SD (w)	2,30	0,35	0,35	0,00	2,30
MW (m+w)	0,38	0,32	1,43	3,18	3,55
SD (m+w)	1,32	0,77	1,18	1,60	1,83
MW (m-w)	-0,29	0,67	-0,38	1,96	1,67
t	-0,28 ns	1,14 ns	-0,40 ns	1,72 ns	1,21 ns

Tab. 28g: **Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung**

Meßvariablen der einzelnen männlichen (1 - 12) und weiblichen (13 - 14) Probanden zu den Untersuchungszeitpunkten vor (T1), nach (T2), 0,5 Jahre nach (T3), 2 Jahre nach (T4) und 4 Jahre nach (T5) der Behandlung. Die angegebenen Werte basieren auf dem Mittelwert der doppelten Messungen. Der t-Wert zur Untersuchung des Geschlechtsunterschiedes ist angegeben.

Overjet (mm)

Probanden	T1	T2	T3	T4	T5
1	6,50	2,75	5,00	4,00	3,00
2	7,25	2,25	4,00	6,25	5,00
3	6,25	3,00	3,00	4,00	5,00
4	10,00	2,25	4,25	4,00	2,25
5	7,50	3,25	4,75	6,00	7,00
6	6,00	3,50	3,75	4,25	3,50
7	6,25	3,00	3,00	3,00	3,50
8	6,25	4,00	4,00	4,50	5,00
9	8,00	4,50	6,00	7,00	4,75
10	8,00	2,00	4,00	5,00	4,50
11	10,75	4,25	6,00	7,00	4,00
12	9,75	7,00	6,25	7,75	5,00
MW (m)	7,71	3,48	4,50	5,23	4,38
SD (m)	1,65	1,37	1,12	1,52	1,23
13	7,00	2,50	4,00	4,00	3,25
14	6,00	2,00	2,75	3,25	3,00
MW (w)	6,50	2,25	3,38	3,63	3,13
SD (w)	0,71	0,35	0,88	0,53	0,18
MW (m+w)	7,54	3,30	4,34	5,00	4,20
SD (m+w)	1,59	1,34	1,13	1,52	1,22
MW (m-w)	1,21	1,23	1,13	1,60	1,25
t	0,99 ns	1,22 ns	1,34 ns	1,44 ns	1,39 ns

Probanden	T1 - T2	T2 - T3	T2 - T4	T2 - T5	T1 - T5
1	3,75	-2,25	-1,25	-0,25	3,50
2	5,00	-1,75	-4,00	-2,75	2,25
3	3,25	0,00	-1,00	-2,00	1,25
4	7,75	-2,00	-1,75	0,00	7,75
5	4,25	-1,50	-2,75	-3,75	0,50
6	2,50	-0,25	-0,75	0,00	2,50
7	3,25	0,00	0,00	-0,50	2,75
8	2,25	0,00	-0,50	-1,00	1,25
9	3,50	-1,50	-2,50	-0,25	3,25
10	6,00	-2,00	-3,00	-2,50	3,50
11	6,50	-1,75	-2,75	0,25	6,75
12	2,75	0,75	-0,75	2,00	4,75
MW (m)	4,23	-1,02	-1,75	-0,90	3,33
SD (m)	1,73	1,04	1,23	1,59	2,18
13	4,50	-1,50	-1,50	-0,75	3,75
14	4,00	-0,75	-1,25	-1,00	3,00
MW (w)	4,25	-1,13	-1,38	-0,88	3,38
SD (w)	0,35	0,53	0,18	0,18	0,53
MW (m+w)	4,23	-1,04	-1,70	-0,89	3,34
SD (m+w)	1,60	0,97	1,14	1,46	2,01
MW (m-w)	-0,02	0,10	-0,38	-0,02	-0,04
t	-0,02 ns	0,14 ns	-0,43 ns	-0,02 ns	-0,03 ns

Tab. 28h: **Herbst-Gruppe mittels partieller Verankerung**

Meßvariablen der einzelnen männlichen (1 - 12) und weiblichen (13 - 14) Probanden zu den Untersuchungszeitpunkten vor (T1), nach (T2), 0,5 Jahre nach (T3), 2 Jahre nach (T4) und 4 Jahre nach (T5) der Behandlung. Die angegebenen Werte basieren auf dem Mittelwert der doppelten Messungen. Der t-Wert zur Untersuchung des Geschlechtsunterschiedes ist angegeben.

Overbite (mm)

Probanden	T1	T2	T3	T4	T5
1	6,00	3,75	5,00	5,25	5,25
2	4,00	1,50	3,50	3,50	4,75
3	6,00	4,00	4,50	4,75	6,00
4	6,00	4,00	4,75	5,00	4,00
5	7,25	3,75	5,00	6,00	8,00
6	7,00	3,00	4,25	4,50	4,75
7	4,50	2,00	2,75	2,75	3,00
8	7,25	4,25	3,75	3,50	4,75
9	4,75	3,25	4,50	4,00	3,50
10	3,75	1,00	2,00	2,75	3,25
11	8,00	3,25	5,75	6,00	5,50
12	1,50	1,00	1,50	1,25	2,50
MW (m)	5,50	2,90	3,94	4,10	4,60
SD (m)	1,86	1,20	1,29	1,43	1,51
13	4,75	2,00	3,75	4,00	4,00
14	7,50	3,50	5,50	4,50	5,25
MW (w)	6,13	2,75	4,63	4,25	4,63
SD (w)	1,94	1,06	1,24	0,35	0,88
MW (m+w)	5,59	2,88	4,04	4,13	4,61
SD (m+w)	1,81	1,15	1,26	1,32	1,41
MW (m-w)	-0,63	0,15	-0,69	-0,15	-0,02
t	-0,44 ns	0,16 ns	-0,70 ns	-0,14 ns	-0,02 ns

Probanden	T1 - T2	T2 - T3	T2 - T4	T2 - T5	T1 - T5
1	2,25	-1,25	-1,50	-1,50	0,75
2	2,50	-2,00	-2,00	-3,25	-0,75
3	2,00	-0,50	-0,75	-2,00	0,00
4	2,00	-0,75	-1,00	0,00	2,00
5	3,50	-1,25	-2,25	-4,25	-0,75
6	4,00	-1,25	-1,50	-1,75	2,25
7	2,50	-0,75	-0,75	-1,00	1,50
8	3,00	0,50	0,75	-0,50	2,50
9	1,50	-1,25	-0,75	-0,25	1,25
10	2,75	-1,00	-1,75	-2,25	0,50
11	4,75	-2,50	-2,75	-2,25	2,50
12	0,50	-0,50	-0,25	-1,50	-1,00
MW (m)	2,60	-1,04	-1,21	-1,71	0,90
SD (m)	1,13	0,76	0,95	1,23	1,30
13	2,75	-1,75	-2,00	-2,00	0,75
14	4,00	-2,00	-1,00	-1,75	2,25
MW (w)	3,38	-1,88	-1,50	-1,88	1,50
SD (w)	0,88	0,18	0,71	0,18	1,06
MW (m+w)	2,71	-1,16	-1,25	-1,73	0,98
SD (m+w)	1,10	0,76	0,90	1,13	1,25
MW (m-w)	-0,77	0,83	0,29	0,17	-0,60
t	-0,91 ns	0,50 ns	0,41 ns	0,19 ns	-0,62 ns

Tab. 29: **Herbst-Gruppe mittels totaler Verankerung**

Alter der einzelnen männlichen (1 - 10) und weiblichen (11 - 14) Probanden zu den Untersuchungszeitpunkten vor (T1), nach (T2), 0,5 Jahre nach (T3), 2 Jahre nach (T4) und 4 Jahre nach (T5) der Behandlung

Probanden	Alter (Jahre)				
	T1	T2	T3	T4	T5
1	13,8	14,3	14,8	16,3	18,3
2	13,8	14,4	14,9	16,4	19,1
3	13,1	13,8	14,3	15,8	17,8
4	16,1	16,6	17,1	18,6	20,6
5	13,2	13,9	14,4	15,8	19,6
6	12,2	12,7	13,2	14,7	16,7
7	9,9	10,6	10,9	12,4	14,7
8	12,8	13,3	13,8	15,3	17,3
9	13,5	14,1	14,7	16,2	18,2
10	14,3	14,8	15,3	16,8	18,8
MW(m)	13,3	13,9	14,3	15,8	18,1
SD(m)	1,6	1,5	1,6	1,6	1,6
11	11,4	12,0	12,5	14,0	16,0
12	12,4	12,9	13,5	15,0	18,1
13	13,1	13,8	14,3	15,8	17,7
14	10,3	10,8	11,3	12,9	14,8
MW(w)	11,8	12,4	12,9	14,4	16,7
SD(w)	1,2	1,3	1,3	1,3	1,5
MW(m+w)	12,9	13,4	13,9	15,4	17,7
SD(m+w)	1,6	1,6	1,6	1,6	1,7

Probanden	Alter (Jahre)				
	T1 - T2	T2 - T3	T2 - T4	T2 - T5	T1 - T5
1	-0,5	-0,5	-2,0	-4,0	-4,5
2	-0,6	-0,5	-2,0	-4,7	-5,3
3	-0,7	-0,5	-2,0	-4,0	-4,7
4	-0,5	-0,5	-2,0	-4,0	-4,5
5	-0,7	-0,5	-1,9	-5,7	-6,4
6	-0,5	-0,5	-2,0	-4,0	-4,5
7	-0,7	-0,3	-1,8	-4,1	-4,8
8	-0,5	-0,5	-2,0	-4,0	-4,5
9	-0,6	-0,6	-2,1	-4,1	-4,7
10	-0,5	-0,5	-2,0	-4,0	-4,5
MW(m)	-0,6	-0,5	-2,0	-4,3	-4,8
SD(m)	0,1	0,1	0,1	0,6	0,6
11	-0,6	-0,5	-2,0	-4,0	-4,6
12	-0,5	-0,6	-2,1	-5,2	-5,7
13	-0,7	-0,5	-2,0	-3,9	-4,6
14	-0,5	-0,5	-2,1	-4,0	-4,5
MW(w)	-0,6	-0,5	-2,1	-4,3	-4,9
SD(w)	0,1	0,1	0,1	0,6	0,6
MW(m+w)	-0,6	-0,5	-2,0	-4,3	-4,8
SD(m+w)	0,1	0,1	0,1	0,6	0,6

Tab. 30a: **Herbst-Gruppe mittels totaler Verankerung**

Meßvariablen der einzelnen männlichen (1 - 10) und weiblichen (11 - 14) Probanden zu den Untersuchungszeitpunkten vor (T1), nach (T2), 0,5 Jahre nach (T3), 2 Jahre nach (T4) und 4 Jahre nach (T5) der Behandlung. Die angegebenen Werte basieren auf dem Mittelwert der doppelten Messungen. Der t-Wert zur Untersuchung des Geschlechtsunterschiedes ist angegeben.

OE/NSL (Grad)

Probanden	T1	T2	T3	T4	T5
1	17,00	20,50	18,00	16,00	16,00
2	16,25	22,25	20,00	18,00	15,50
3	19,25	25,75	21,75	21,50	21,50
4	20,25	24,25	20,50	20,00	16,50
5	13,00	14,00	15,50	16,25	13,25
6	11,75	14,75	12,00	10,25	8,50
7	24,75	28,75	28,75	25,50	24,75
8	13,00	21,50	17,00	16,75	15,00
9	24,50	26,25	24,50	23,75	22,75
10	22,75	26,25	23,75	23,50	23,00
MW (m)	18,25	22,43	20,18	19,15	17,68
SD (m)	4,82	4,92	4,84	4,61	5,15
11	19,25	22,25	20,75	18,00	18,50
12	15,00	21,00	19,00	14,75	12,25
13	25,00	26,75	24,25	24,75	24,50
14	21,50	21,00	20,25	20,50	20,75
MW (w)	20,19	22,75	21,06	19,50	19,00
SD (w)	4,19	2,73	2,25	4,22	5,14
MW (m+w)	18,80	22,52	20,43	19,25	18,05
SD (m+w)	4,58	4,30	4,19	4,34	4,98
MW (m-w)	-1,94	-0,32	-0,89	-0,35	-1,33
t	-0,70 ns	-0,12 ns	-0,35 ns	-0,13 ns	-0,44 ns

Probanden	T1 - T2	T2 - T3	T2 - T4	T2 - T5	T1 - T5
1	-3,50	2,50	4,50	4,50	1,00
2	-6,00	2,25	4,25	6,75	0,75
3	-6,50	4,00	4,25	4,25	-2,25
4	-4,00	3,75	4,25	7,75	3,75
5	-1,00	-1,50	-2,25	0,75	-0,25
6	-3,00	2,75	4,50	6,25	3,25
7	-4,00	0,00	3,25	4,00	0,00
8	-8,50	4,50	4,75	6,50	-2,00
9	-1,75	1,75	2,50	3,50	1,75
10	-3,50	2,50	2,75	3,25	-0,25
MW (m)	-4,18	2,25	3,28	4,75	0,58
SD (m)	2,25	1,83	2,09	2,08	1,98
11	-3,00	1,50	4,25	3,75	0,75
12	-6,00	2,00	6,25	8,75	2,75
13	-1,75	2,50	2,00	2,25	0,50
14	0,50	0,75	0,50	0,25	0,75
MW (w)	-2,56	1,69	3,25	3,75	1,19
SD (w)	2,71	0,75	2,52	3,63	1,05
MW (m+w)	-3,71	2,09	3,27	4,46	0,75
SD (m+w)	2,41	1,59	2,12	2,50	1,74
MW (m-w)	-1,61	0,56	-0,02	1,00	-0,61
t	-1,15 ns	0,58 ns	0,02 ns	0,66 ns	-0,58 ns

Tab. 30b: **Herbst-Gruppe mittels totaler Verankerung**

Meßvariablen der einzelnen männlichen (1 - 10) und weiblichen (11 - 14) Probanden zu den Untersuchungszeitpunkten vor (T1), nach (T2), 0,5 Jahre nach (T3), 2 Jahre nach (T4) und 4 Jahre nach (T5) der Behandlung. Die angegebenen Werte basieren auf dem Mittelwert der doppelten Messungen. Der t-Wert zur Untersuchung des Geschlechtsunterschiedes ist angegeben.

UE/NSL (Grad)

Probanden	T1	T2	T3	T4	T5
1	12,50	18,00	14,75	12,50	12,75
2	12,25	22,25	17,00	15,25	12,00
3	10,50	19,50	12,75	12,00	10,75
4	9,00	19,00	13,00	13,25	11,50
5	10,50	11,25	11,00	10,75	8,00
6	9,50	9,75	5,50	7,25	6,25
7	16,50	23,25	23,25	20,00	15,75
8	6,50	16,00	9,75	8,00	6,25
9	18,25	25,50	23,25	21,75	20,50
10	19,75	23,00	20,25	20,25	20,25
MW (m)	12,53	18,75	15,05	14,10	12,40
SD (m)	4,31	5,19	5,87	5,12	5,13
11	12,50	20,25	17,50	12,75	12,00
12	9,00	18,50	11,00	7,75	6,75
13	17,00	24,25	19,00	18,00	17,50
14	9,00	18,00	16,00	9,00	6,25
MW (w)	11,88	20,25	15,88	11,88	10,63
SD (w)	3,79	2,84	3,47	4,60	5,27
MW (m+w)	12,34	19,18	15,29	13,46	11,89
SD (m+w)	4,03	4,58	5,18	4,91	5,04
MW (m-w)	0,65	-1,50	-0,82	2,23	1,78
t	0,26 ns	-0,54 ns	-0,26 ns	0,75 ns	0,58 ns

Probanden	T1 - T2	T2 - T3	T2 - T4	T2 - T5	T1 - T5
1	- 5,50	3,25	5,50	5,25	-0,25
2	-10,00	5,25	7,00	10,25	0,25
3	- 9,00	6,75	7,50	8,75	-0,25
4	-10,00	6,00	5,75	7,50	-2,50
5	- 0,75	0,25	0,50	3,25	2,50
6	- 0,25	4,25	2,50	3,50	3,25
7	- 6,75	0,00	3,25	7,50	0,75
8	- 9,50	6,25	8,00	9,75	0,25
9	- 7,25	2,25	3,75	5,00	-2,25
10	- 3,25	2,75	2,75	2,75	-0,50
MW (m)	- 6,23	3,70	4,65	6,35	0,13
SD (m)	3,70	2,42	2,47	2,77	1,80
11	- 7,75	2,75	7,50	8,25	0,50
12	- 9,50	7,50	10,75	11,75	2,25
13	- 7,25	5,25	6,25	6,75	-0,50
14	- 9,00	2,00	9,00	11,75	2,75
MW (w)	-8,38	4,38	8,38	9,63	1,25
SD (w)	1,05	2,50	1,94	2,53	1,51
MW (m+w)	-6,84	3,89	5,71	7,29	0,45
SD (m+w)	3,28	2,37	2,86	3,02	1,74
MW (m-w)	2,15	-0,68	-3,73	-3,28	-1,13
t	1,12 ns	-0,47 ns	-2,68 *	-2,04 ns	-1,10 ns

Tab. 30c: **Herbst-Gruppe mittels totaler Verankerung**

Meßvariablen der einzelnen männlichen (1 - 10) und weiblichen (11 - 14) Probanden zu den Untersuchungszeitpunkten vor (T1), nach (T2), 0,5 Jahre nach (T3), 2 Jahre nach (T4) und 4 Jahre nach (T5) der Behandlung. Die angegebenen Werte basieren auf dem Mittelwert der doppelten Messungen. Der t-Wert zur Untersuchung des Geschlechtsunterschiedes ist angegeben.

FE/NSL (Grad)

Probanden	T1	T2	T3	T4	T5
1	17,00	20,75	19,00	17,25	16,75
2	18,00	22,00	20,25	18,75	13,75
3	18,00	23,00	20,25	20,50	19,00
4	17,00	23,25	18,00	19,00	17,25
5	16,75	16,00	16,25	15,25	12,00
6	16,25	15,25	11,50	11,75	10,50
7	22,50	27,25	26,50	23,75	21,00
8	15,50	21,50	16,50	16,25	13,50
9	21,75	29,25	24,00	23,50	22,00
10	20,75	24,25	22,00	23,00	21,75
MW (m)	18,35	22,25	19,43	18,90	16,75
SD (m)	2,44	4,35	4,25	3,92	4,18
11	18,75	23,25	20,25	17,00	16,50
12	16,25	21,00	17,00	13,25	10,25
13	22,50	26,25	22,50	21,50	22,00
14	18,25	23,25	21,25	17,50	12,75
MW (w)	18,94	23,44	20,25	17,31	15,38
SD (w)	2,61	2,15	2,35	3,38	5,11
MW (m+w)	18,52	22,59	19,66	18,45	16,36
SD (m+w)	2,40	3,81	3,73	3,72	4,30
MW (m-w)	-0,59	-1,19	-0,82	1,59	1,38
t	-0,40 ns	-0,51 ns	-0,36 ns	0,71 ns	0,52 ns

Probanden	T1 - T2	T2 - T3	T2 - T4	T2 - T5	T1 - T5
1	-3,75	1,75	3,50	4,00	0,25
2	-4,00	1,75	3,25	8,25	4,25
3	-5,00	2,75	2,50	4,00	-1,00
4	-6,25	5,25	4,25	6,00	-0,25
5	0,75	-0,25	0,75	4,00	4,75
6	1,00	3,75	3,50	4,75	5,75
7	-4,75	0,75	3,50	6,25	1,50
8	-6,00	5,00	5,25	8,00	2,00
9	-7,50	5,25	5,75	7,25	-0,25
10	-3,50	2,25	1,25	2,50	-1,00
MW (m)	-3,90	2,83	3,35	5,50	1,60
SD (m)	2,80	1,94	1,57	1,94	2,51
11	-4,50	3,00	6,25	6,75	2,25
12	-4,75	4,00	7,75	10,75	6,00
13	-3,75	3,75	4,75	4,25	0,50
14	-5,00	2,00	5,75	10,50	5,50
MW (w)	-4,50	3,19	6,13	8,06	3,56
SD (w)	0,54	0,90	1,25	3,13	2,63
MW (m+w)	-4,07	2,93	4,14	6,23	2,16
SD (m+w)	2,36	1,68	1,94	2,51	2,61
MW (m-w)	0,60	-0,36	-2,78	-2,56	-1,96
t	0,42 ns	-0,35 ns	-3,13 **	-1,89 ns	-1,31 ns

Tab. 30d: **Herbst-Gruppe mittels totaler Verankerung**

Meßvariablen der einzelnen männlichen (1 - 10) und weiblichen (11 - 14) Probanden zu den Untersuchungszeitpunkten vor (T1), nach (T2), 0,5 Jahre nach (T3), 2 Jahre nach (T4) und 4 Jahre nach (T5) der Behandlung. Die angegebenen Werte basieren auf dem Mittelwert der doppelten Messungen. Der t-Wert zur Untersuchung des Geschlechtsunterschiedes ist angegeben.

ML/NSL (Grad)

Probanden	T1	T2	T3	T4	T5
1	35,00	35,75	35,25	32,50	32,00
2	33,00	34,00	33,25	34,00	30,75
3	35,25	37,50	35,50	35,75	35,00
4	34,00	35,25	34,75	36,00	34,00
5	31,50	30,00	30,75	30,50	27,50
6	29,25	26,50	27,00	26,00	25,25
7	36,00	36,50	38,00	37,25	36,50
8	25,75	27,00	25,75	26,25	25,25
9	38,00	38,75	37,25	36,25	35,00
10	38,25	37,00	36,75	39,75	37,50
MW (m)	33,60	33,83	33,43	33,43	31,88
SD (m)	3,90	4,42	4,26	4,61	4,54
11	23,50	25,00	24,00	23,00	22,25
12	29,25	27,50	27,00	25,00	23,25
13	36,00	36,25	35,75	36,00	34,75
14	28,75	32,25	31,00	30,00	27,50
MW (w)	29,38	30,25	29,44	28,50	26,94
SD (w)	5,13	5,00	5,09	5,80	5,68
MW (m+w)	32,39	32,80	32,29	32,02	30,46
SD (m+w)	4,53	4,70	4,70	5,27	5,20
MW (m-w)	4,23	3,58	3,99	4,93	4,94
t	1,68 ns	1,32 ns	1,50 ns	1,69 ns	1,72 ns

Probanden	T1 - T2	T2 - T3	T2 - T4	T2 - T5	T1 - T5
1	-0,75	0,50	3,25	3,75	3,00
2	-1,00	0,75	0,00	3,25	2,25
3	-2,25	2,00	1,75	2,50	0,25
4	-1,25	0,50	-0,75	1,25	0,00
5	1,50	-0,75	-0,50	2,50	4,00
6	3,25	-0,50	0,50	1,25	4,50
7	-0,50	-1,50	-0,75	0,00	-0,50
8	-1,25	1,25	0,75	1,75	0,50
9	-0,75	1,50	2,50	3,75	3,00
10	1,25	0,25	-2,75	-0,50	0,75
MW (m)	-0,23	0,40	0,40	1,95	1,73
SD (m)	1,54	1,07	1,76	1,48	1,71
11	-1,50	1,00	2,00	2,75	1,25
12	1,75	0,50	2,50	4,25	6,00
13	-0,25	0,50	0,25	1,50	1,25
14	-3,50	1,25	2,25	4,75	1,25
MW (w)	-0,88	0,81	1,75	3,31	2,44
SD (w)	2,20	0,38	1,02	1,48	2,38
MW (m+w)	-0,41	0,52	0,79	2,34	1,93
SD (m+w)	1,69	0,93	1,67	1,56	1,86
MW (m-w)	0,65	-0,41	-1,35	-1,36	-0,71
t	0,61 ns	-0,74 ns	-1,42 ns	-0,56 ns	-0,62 ns

Tab. 30e: **Herbst-Gruppe mittels totaler Verankerung**

Meßvariablen der einzelnen männlichen (1 - 10) und weiblichen (11 - 14) Probanden zu den Untersuchungszeitpunkten vor (T1), nach (T2), 0,5 Jahre nach (T3), 2 Jahre nach (T4) und 4 Jahre nach (T5) der Behandlung. Die angegebenen Werte basieren auf dem Mittelwert der doppelten Messungen. Der t-Wert zur Untersuchung des Geschlechtsunterschiedes ist angegeben.

NL/NSL (Grad)

Probanden	T1	T2	T3	T4	T5
1	2,75	6,00	6,50	4,50	3,50
2	4,75	6,50	5,50	7,50	6,50
3	4,50	5,75	5,50	4,50	4,75
4	7,50	9,75	7,75	8,75	9,25
5	0,75	1,00	1,50	2,75	4,00
6	1,00	1,00	2,00	2,50	1,75
7	9,00	10,00	10,50	9,25	9,00
8	6,00	7,50	5,25	7,50	7,00
9	7,75	9,50	8,25	7,50	8,25
10	9,25	10,75	10,00	9,25	10,25
MW (m)	5,33	6,78	6,28	6,40	6,43
SD (m)	3,11	3,52	3,00	2,61	2,83
11	7,50	7,25	7,50	7,25	9,50
12	5,25	5,00	4,75	3,25	3,25
13	10,25	10,75	9,50	10,75	10,25
14	5,00	6,75	6,75	6,00	6,00
MW (w)	7,00	7,44	7,13	6,81	7,25
SD (w)	2,44	2,41	1,96	3,11	3,25
MW (m+w)	5,80	6,96	6,52	6,52	6,66
SD (m+w)	2,95	3,16	2,70	2,64	2,85
MW (m-w)	-1,68	-0,66	-0,85	-0,41	-0,83
t	-0,96 ns	-0,34 ns	-0,52 ns	-0,25 ns	-0,47 ns

Probanden	T1 - T2	T2 - T3	T2 - T4	T2 - T5	T1 - T5
1	-3,25	-0,50	1,50	2,50	-0,75
2	-1,75	1,00	-1,00	0,00	-1,75
3	-1,25	0,25	1,25	1,00	-0,25
4	-2,25	2,00	1,00	0,50	-1,75
5	-0,25	-0,50	-1,75	-3,00	-3,25
6	0,00	-1,00	-1,50	-0,75	-0,75
7	-1,00	-0,50	0,75	1,00	0,00
8	-1,50	2,25	0,00	0,50	-1,00
9	-1,75	1,25	2,00	1,25	-0,50
10	-1,50	0,75	1,50	0,50	-1,00
MW (m)	-1,45	0,50	0,38	0,35	-1,10
SD (m)	0,93	1,13	1,36	1,45	0,94
11	0,25	-0,25	0,00	-2,25	-2,00
12	0,25	0,25	1,75	1,75	2,00
13	-0,50	1,25	0,00	0,50	0,00
14	-1,75	0,00	0,75	0,75	-1,00
MW (w)	-0,44	0,31	0,63	0,19	-0,25
SD (w)	0,94	0,66	0,83	1,71	1,71
MW (m+w)	-1,16	0,45	0,45	0,30	-0,86
SD (m+w)	1,02	1,00	1,20	1,46	1,20
MW (m-w)	-1,01	0,19	-0,25	0,16	-0,85
t	-1,84 ns	0,31 ns	-0,34 ns	0,18 ns	-1,22 ns

Tab. 30f: **Herbst-Gruppe mittels totaler Verankerung**

Meßvariablen der einzelnen männlichen (1 - 10) und weiblichen (11 - 14) Probanden zu den Untersuchungszeitpunkten vor (T1), nach (T2), 0,5 Jahre nach (T3), 2 Jahre nach (T4) und 4 Jahre nach (T5) der Behandlung. Die angegebenen Werte basieren auf dem Mittelwert der doppelten Messungen. Der t-Wert zur Untersuchung des Geschlechtsunterschiedes ist angegeben.

ML/NL (Grad)

Probanden	T1	T2	T3	T4	T5
1	32,25	29,75	28,75	28,00	28,50
2	28,25	27,50	27,75	26,50	24,25
3	30,75	31,75	30,00	31,25	30,25
4	26,50	25,50	27,00	27,25	24,75
5	30,75	29,00	29,25	27,75	23,50
6	28,25	25,50	25,00	23,50	23,50
7	27,00	26,50	27,50	28,00	27,50
8	19,75	19,50	20,50	18,75	18,25
9	30,25	29,25	29,00	28,75	26,75
10	29,00	26,25	26,75	30,50	27,25
MW (m)	28,28	27,05	27,15	27,03	25,45
SD (m)	3,49	3,35	2,75	3,60	3,38
11	16,00	17,75	16,50	15,75	12,75
12	24,00	22,50	22,25	21,75	20,00
13	25,75	25,50	26,25	25,25	24,50
14	23,75	25,50	24,25	24,00	21,50
MW (w)	22,38	22,81	22,31	21,69	19,69
SD (w)	4,34	3,66	4,21	4,21	4,99
MW (m+w)	26,59	25,84	25,77	25,50	23,80
SD (m+w)	4,52	3,85	3,80	4,40	4,58
MW (m-w)	5,90	4,24	4,84	5,34	5,76
t	2,68 *	2,09 ns	2,57 *	2,40 *	2,53 *

Probanden	T1 - T2	T2 - T3	T2 - T4	T2 - T5	T1 - T5
1	2,50	1,00	1,75	1,25	3,75
2	0,75	-0,25	1,00	3,25	4,00
3	-1,00	1,75	0,50	1,50	0,50
4	1,00	-1,50	-1,75	0,75	1,75
5	1,75	-0,25	1,25	5,50	7,25
6	2,75	0,50	2,00	2,00	4,75
7	0,50	-1,00	-1,50	-1,00	-0,50
8	0,25	-1,00	0,75	1,25	1,50
9	1,00	0,25	0,50	2,50	3,50
10	2,75	-0,50	-4,25	-1,00	1,75
MW (m)	1,23	-0,10	0,03	1,60	2,83
SD (m)	1,22	0,99	1,95	1,93	2,27
11	-1,75	1,25	2,00	5,00	3,25
12	1,50	0,25	0,75	2,50	4,00
13	0,25	-0,75	0,25	1,00	1,25
14	-1,75	1,25	1,50	4,00	2,25
MW (w)	-0,44	0,50	1,13	3,13	2,69
SD (w)	1,60	0,96	0,78	1,75	1,20
MW (m+w)	0,75	0,07	0,34	2,04	2,79
SD (m+w)	1,49	0,99	1,74	1,95	1,98
MW (m-w)	1,66	-0,60	-1,10	-1,53	0,14
t	2,12 *	-1,03 ns	-1,07 ns	-1,37 ns	0,11 ns

Tab. 30g: **Herbst-Gruppe mittels totaler Verankerung**

Meßvariablen der einzelnen männlichen (1 - 10) und weiblichen (11 - 14) Probanden zu den Untersuchungszeitpunkten vor (T1), nach (T2), 0,5 Jahre nach (T3), 2 Jahre nach (T4) und 4 Jahre nach (T5) der Behandlung. Die angegebenen Werte basieren auf dem Mittelwert der doppelten Messungen. Der t-Wert zur Untersuchung des Geschlechtsunterschiedes ist angegeben.

Overjet (mm)

Probanden	T1	T2	T3	T4	T5
1	11,00	-1,50	4,50	5,50	5,00
2	8,75	-3,75	3,00	6,00	3,50
3	9,00	-3,00	5,50	6,00	6,00
4	9,25	-2,75	5,00	4,50	4,75
5	7,00	3,00	3,00	2,50	3,00
6	12,00	-2,00	5,50	5,00	6,00
7	10,00	-3,75	2,75	3,25	3,00
8	11,00	-2,50	4,00	6,00	7,00
9	7,50	0,00	1,50	3,50	3,50
10	8,00	-2,75	3,00	4,00	3,00
MW (m)	9,35	-1,90	3,78	4,63	4,48
SD (m)	1,64	2,05	1,34	1,28	1,48
11	4,50	1,00	2,00	4,00	4,00
12	12,50	-4,50	5,00	5,50	4,00
13	8,00	-3,75	3,75	4,50	4,50
14	9,00	1,00	2,00	4,00	3,25
MW (w)	8,50	-1,56	3,19	4,50	3,94
SD (w)	3,29	2,97	1,46	0,71	0,52
MW (m+w)	9,11	-1,80	3,61	4,59	4,32
SD (m+w)	2,13	2,23	1,34	1,12	1,28
MW (m-w)	0,85	-0,34	0,59	0,13	0,54
t	0,66 ns	-0,25 ns	0,72 ns	0,18 ns	0,69 ns

Probanden	T1 - T2	T2 - T3	T2 - T4	T2 - T5	T1 - T5
1	12,50	-6,00	-7,00	-6,50	6,00
2	12,50	-6,75	-9,75	-7,25	5,25
3	12,00	-8,50	-9,00	-9,00	3,00
4	12,00	-7,75	-7,25	-7,50	4,50
5	4,00	0,00	0,50	0,00	4,00
6	14,00	-7,50	-7,00	-8,00	6,00
7	13,75	-6,50	-7,00	-6,75	7,00
8	13,50	-6,50	-8,50	-9,50	4,00
9	7,50	-1,50	-3,50	-3,50	4,00
10	10,75	-5,75	-6,75	-5,75	5,00
MW (m)	11,25	-5,68	-6,53	-6,38	4,88
SD (m)	3,16	2,75	2,98	2,80	1,21
11	3,50	-1,00	-3,00	-3,00	0,50
12	17,00	-9,50	-10,00	-8,50	8,50
13	11,75	-7,50	-8,25	-8,25	3,50
14	8,00	-1,00	-3,00	-2,25	5,75
MW (w)	10,06	-4,75	-6,06	-5,50	4,56
SD (w)	5,72	4,41	3,61	3,34	3,39
MW (m+w)	10,91	-5,41	-6,39	-6,13	4,79
SD (m+w)	3,85	3,14	3,04	2,86	1,92
MW (m-w)	1,19	-0,93	-0,46	-0,88	0,31
t	0,51 ns	-0,48 ns	-0,25 ns	-0,50 ns	0,27 ns

Tab. 30h: **Herbst-Gruppe mittels totaler Verankerung**

Meßvariablen der einzelnen männlichen (1 - 10) und weiblichen (11 - 14) Probanden zu den Untersuchungszeitpunkten vor (T1), nach (T2), 0,5 Jahre nach (T3), 2 Jahre nach (T4) und 4 Jahre nach (T5) der Behandlung. Die angegebenen Werte basieren auf dem Mittelwert der doppelten Messungen. Der t-Wert zur Untersuchung des Geschlechtsunterschiedes ist angegeben.

Overbite (mm)

Probanden	T1	T2	T3	T4	T5
1	3,75	0,00	1,25	2,00	1,75
2	0,75	0,25	0,00	1,25	1,50
3	5,75	2,50	5,25	5,50	6,00
4	7,00	1,50	3,75	2,50	3,00
5	1,75	1,75	3,50	2,75	3,25
6	1,00	1,75	2,75	1,25	1,00
7	7,50	3,50	3,00	4,00	5,50
8	4,50	2,00	4,00	4,25	5,00
9	5,75	0,00	0,75	1,00	1,25
10	3,25	1,25	2,50	2,50	2,50
MW (m)	4,10	1,45	2,68	2,70	3,08
SD (m)	2,42	1,13	1,61	1,48	1,84
11	5,50	1,00	2,50	3,75	4,50
12	5,00	2,75	4,75	4,50	4,25
13	6,00	1,50	4,25	5,00	4,50
14	8,00	1,50	2,00	6,50	8,00
MW (w)	6,13	1,69	3,38	4,94	5,31
SD (w)	1,31	0,75	1,33	1,16	1,80
MW (m+w)	4,68	1,52	2,88	3,34	3,71
SD (m+w)	2,32	1,01	1,52	1,71	2,04
MW (m-w)	-2,03	-0,24	-0,70	-2,24	-2,24
t	-1,56 ns	-0,38 ns	-0,77 ns	-2,69 *	-2,07 ns

Probanden	T1 - T2	T2 - T3	T2 - T4	T2 - T5	T1 - T5
1	3,75	-1,25	-2,00	-1,75	2,00
2	0,50	0,25	-1,00	-1,25	-0,75
3	3,25	-2,75	-3,00	-3,50	-0,25
4	5,50	-2,25	-1,00	-1,50	4,00
5	0,00	-1,75	-1,00	-1,50	-1,50
6	-0,75	-1,00	0,50	0,75	0,00
7	4,00	0,50	-0,50	-2,00	2,00
8	2,50	-2,00	-2,25	-3,00	-0,50
9	5,75	-0,75	-1,00	-1,25	4,50
10	2,00	-1,25	-1,25	-1,25	0,75
MW (m)	2,65	-1,23	-1,25	-1,63	1,03
SD (m)	2,23	1,04	0,97	1,14	2,04
11	4,50	-1,50	-2,75	-3,50	1,00
12	2,25	-2,00	-1,75	-1,50	0,75
13	4,50	-2,75	-3,50	-3,00	1,50
14	6,50	-0,50	-5,00	-6,50	0,00
MW (w)	4,44	-1,69	-3,25	-3,63	0,81
SD (w)	1,74	0,94	1,37	2,10	0,63
MW (m+w)	3,16	-1,36	-1,82	-2,20	0,96
SD (m+w)	2,20	1,00	1,40	1,67	1,73
MW (m-w)	-1,79	0,46	2,00	2,00	0,21
t	-1,43 ns	0,77 ns	3,12 **	2,35 *	0,20 ns

Danksagung

Meinen besonderen Dank möchte ich Herrn Prof. Dr. H. Pancherz für die Themenstellung, seine freundliche Betreuung und die unermüdliche Unterstützung während der Entstehung dieser Arbeit aussprechen.

Herrn Bethke danke ich für die computerunterstützte Bearbeitung der Zeichnungen.

Bei Herrn C. Sagurna bedanke ich mich für die Unterstützung in der Endphase dieser Arbeit und für das Korrekturlesen.

Ebenso bin ich meinen Eltern und meiner Schwester dankbar, die mich während des gesamten Studiums unterstützten und alles ermöglichten.

Lebenslauf

26.06.1974	geboren als erstes Kind der Eheleute Manfred Müller und Annegret Müller, geb. Frey, in Wuppertal
1980- 1984	Besuch der Grundschule Südstraße, Schwelm
1984- 1993	Besuch des Märkischen Gymnasiums, Schwelm
15.06.1993	Erwerb der Allgemeinen Hochschulreife
April 1994 – Juli 1999	Studium der Zahnmedizin an der Justus-Liebig-Universität Gießen
Juli – Dezember 1999	Zahnärztliches Staatsexamen vor dem Prüfungsausschuß in Gießen
14.12.1999	Erteilung der Approbation als Zahnärztin
seit 01.04.2000	Ausbildungsassistentin in einer zahnärztlichen Praxis in Köln